COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT QUARANTE-CINQUIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1907.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1907

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUILLET 1907.

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques formules relatives aux nombres de classes des formes quadratiques*. Note de M. G. **Humbert**.

1. Hermite, dans sa célèbre *Lettre à Liouville*, a indiqué une méthode, relativement élémentaire, pour établir les résultats classiques de Kronecker sur les nombres de classes. En essayant d'étendre la méthode d'Hermite, et en l'associant à des relations que donne la transformation du troisième ordre des fonctions elliptiques, j'ai été conduit à des formules nouvelles, qui comprennent celles que fournit la multiplication complexe de la fonction modulaire du tétraèdre.

J'établis d'abord les deux formules suivantes, analogues à celles qui ont

été le point de départ d'Hermite :

$$\eta_1\theta_1\frac{H^2H_1\Theta_1}{\Theta^2} = 2H_1\left(z, q^{\frac{1}{2}}\right)\sum_{\nu=0}^{\infty} q^{\frac{8\nu+7}{8}} F(8\nu+7)$$
$$-4\sum_{m=1}^{\infty} q^{\frac{(4m+1)^2}{8}}\left[3q^{-\frac{9}{8}} + 7q^{-\frac{49}{8}} + \ldots + (4m-1)q^{-\frac{(4m-1)^2}{8}}\right]\cos(4m+1)x$$
$$-4\sum_{m=0} q^{\frac{(4m+3)^2}{8}}\left[q^{-\frac{1}{8}} + \ldots + (4m+1)q^{-\frac{(4m+1)^2}{8}}\right]\cos(4m+3)x,$$

$$\theta\theta_1\frac{H^2\Theta\Theta_1}{H_1^2} = \frac{1}{\cos^2 x} + 4\Theta(2z, q^2)\sum_{\nu=0}^{\infty}(-1)^\nu q^{2\nu} J(\nu)$$
$$-8\sum_{m=2}^{\infty}(-1)^m q^{2m^2}\left[-2q^{-2} + \ldots + (-1)^m 2mq^{-m^2}\right]\cos 4mx$$
$$+8\sum_{m=1}(-1)^m q^{\frac{(2m+1)^2}{2}}\left[q^{-\frac{1}{2}} + \ldots + (2m-1)(-1)^{m-1}q^{-\frac{(2m-1)^2}{2}}\right]\cos(4m+2)x.$$

Dans ces formules, $H(z)$, $H_1(z)$, $\Theta(z)$, $\Theta_1(z)$ sont les fonctions de Jacobi; de plus

$$\eta_1 = H_1(0), \qquad \theta_1 = \Theta_1(0), \qquad \theta = \Theta(0); \qquad z = \theta_1^2 x;$$

$F(N)$ est le nombre des classes de formes quadratiques binaires, positives, à coefficient moyen pair, de discriminant N, où les deux coefficients extrêmes ne sont pas tous deux pairs; enfin, $F_1(n)$ désignant le nombre des classes analogues où les coefficients extrêmes sont pairs, on a posé

$$J(N) = F(N) + 3F_1(N).$$

Les classes $a(x^2+y^2)$ et $a(2x^2+2xy+y^2)$ comptent respectivement pour $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{3}$.

2. Maintenant, dans la première formule fondamentale, faisons $x = \frac{\pi}{3}$, et égalons les coefficients de q^N dans les deux membres.

On est conduit à distinguer trois cas :

1° $N \equiv -1 \pmod 3$. On trouve, en utilisant la transformation du troisième ordre des fonctions elliptiques, que le coefficient de q^N au premier membre est $-3\sum d$, d désignant tout diviseur de N à conjugué impair; dès lors, il

vient

$$-3\sum d = 2\sum_{m \gtreqless 0} F[8N-(2m+1)^2]\cos(2m+1)\frac{\pi}{3} - 2\sum(\delta_1-\delta).$$

La dernière somme est étendue aux décompositions $2N=\delta_1\delta$, où δ_1 est pair, δ impair, et $\delta_1 > \delta$; si l'on combine cette formule avec celle qu'on obtient en faisant $x=0$ dans la première relation fondamentale, à savoir

$$(1) \qquad 0 = \sum_{m \gtreqless 0} F[8N-(2m+1)^2] - 2\sum(\delta_1-\delta),$$

on trouve

$$(2) \qquad \sum_{h \gtreqless 0} F(8N-9\mu^2) = \sum d,$$

$$(3) \qquad \sum_{\mu \gtreqless 0} F(8N-h^2) = -\sum d + 2\sum(\delta_1-\delta);$$

μ parcourant tous les entiers impairs, positifs ou négatifs, et h tous ceux de ces entiers qui ne sont pas multiples de 3. De plus, μ et h sont tels que $8N-9\mu^2$ et $8N-h^2$ soient positifs.

2° $N \equiv +1 \pmod 3$. On trouve de même

$$(4) \qquad \sum_{h \gtreqless 0} F(8N-h^2) = 2\sum d,$$

$$(5) \qquad \sum_{\mu \gtreqless 0} F(8N-9\mu^2) = -2\sum d + 2\sum(\delta_1-\delta);$$

les quantités d, δ_1, δ, μ, h ayant la même signification que plus haut.

3° $N \equiv 0 \pmod 3$. On a des formules analogues, mais un peu plus compliquées; toutefois, si N, multiple de 3, ne l'est pas de 9, les formules (2) et (3) subsistent.

3. Faisons $x=\frac{\pi}{3}$, puis $x=0$, dans la seconde formule fondamentale, et combinons les relations obtenues : nous arrivons, en distinguant encore les trois cas de $N \equiv +1, -1, 0 \pmod 3$, à exprimer les deux sommes

$$\sum_{m \gtreqless 0} J(N-9m^2) \quad \text{et} \quad \sum_{h \gtreqless 0} J(N-k^2),$$

où k parcourt les entiers positifs ou négatifs non multiples de 3, tandis que m les parcourt tous.

On peut aller plus loin en combinant les formules obtenues avec d'autres, d'un caractère plus élémentaire, qui donnent les quantités

$$\sum[F(N-9m^2)-F_1(N-9m^2)], \qquad \sum[F(N-k^2)-F_1(N-k^2)],$$

et qu'on trouvera en multipliant par $\Theta_1(o)$ et $\Theta_1\left(\frac{\pi}{3}\right)$ les deux membres de la relation classique

$$\theta_1^3 = 12\sum_{\nu=0}^{\infty}[F(\nu)-F_1(\nu)]q^{\nu}.$$

En résumé, voici les résultats définitifs :

Désignons respectivement par d_i et d_p les diviseurs impairs et pairs de N; par $N=\delta_1\delta$ une décomposition *quelconque* de N en deux facteurs, avec $\delta_1 \geqq \delta$, et posons

$$U(N)=\sum(-1)^{\delta_1}(\delta_1-\delta);$$

on aura :

1° $N \equiv -1 \pmod 3$:

$$(6)\quad \begin{cases} 4\Sigma F\,(N-k^2) = \Sigma d_p + 2\Sigma d_i, \\ 4\Sigma F_1(N-k^2) = \Sigma d_p - \frac{2}{3}[1+2(-1)^N]\Sigma d_i, \\ 4\Sigma F\,(N-9m^2) = -\Sigma d_p + 2[1+(-1)^N]\Sigma d_i + 2(-1)^N U(N), \\ 4\Sigma F_1(N-9m^2) = -\Sigma d_p + \frac{2}{3}[-1+(-1)^N]\Sigma d_i + 2(-1)^N U(N); \end{cases}$$

2° $N \equiv 0 \pmod 3$, et non $\equiv 0 \pmod 9$:

$$(7)\quad \begin{cases} 4\Sigma F\,(N-9m^2) = \frac{1}{2}\Sigma d_p + \Sigma d_i, \\ 4\Sigma F_1(N-9m^2) = \frac{1}{2}\Sigma d_p - \frac{1}{3}[1+2(-1)^N]\Sigma d_i, \\ 4\Sigma F\,(N-k^2) = -\frac{1}{2}\Sigma d_p + [3+2(-1)^N]\Sigma d_i + 2(-1)^N U(N), \\ 4\Sigma F_1(N-k^2) = -\frac{1}{2}\Sigma d_p - \Sigma d_i + 2(-1)^N U(N). \end{cases}$$

Pour $N \equiv 0 \pmod 9$, on a des formules du même genre.

3° $N \equiv +1 \pmod 3$, et pair.

Les formules (7) subsistent. On a *de plus*

$$(8)\quad \begin{cases} 4\Sigma F\left(\frac{N-\omega^2}{9}\right) = -\frac{1}{2}\Sigma d_p + \Sigma d_i + \frac{2}{3}U(N), \\ 4\Sigma F_1\left(\frac{N-\omega^2}{9}\right) = -\frac{1}{2}\Sigma d_p + \frac{1}{3}\Sigma d_i + \frac{2}{3}U(N). \end{cases}$$

Dans (6) et (7), rappelons que k parcourt tous les entiers, positifs ou négatifs, non multiples de 3; m parcourt tous les entiers positifs ou négatifs, zéro compris; dans (8), ω parcourt tous les entiers, positifs ou négatifs, tels que $N-\omega^2$ soit multiple de 9. Enfin, les quantités sur lesquelles portent les symboles F et F_1 ne doivent pas devenir négatives, et l'on fait $F(0)=0$, $F_1(0) = -\frac{1}{12}$;

4° Reste seulement le cas de $N \equiv +1 \pmod 3$ et impair. Il ne paraît pas y avoir alors de formules analogues à (6) ou (7); celles que nous avons signalées plus haut et qui donnent $\Sigma J(N-9m^2)$ et $\Sigma J(N-k^2)$ subsistent; une autre, qu'on obtient d'une manière analogue, fournit $\Sigma J\left(\frac{N-\omega^2}{9}\right)$.

4. Dans tous les cas, nos formules comprennent celles qui résultent de la multiplication complexe de la fonction du tétraèdre, et qu'on trouvera dans l'Ouvrage classique de MM. Klein et Fricke : *Sur les fonctions modulaires*. Ces formules, relatives aux nombres de classes où le coefficient moyen est indifféremment pair ou impair, donnent, *quel que soit* N, et avec les notations ci-dessus, la valeur des sommes

$$(9)\quad \Sigma F(N-9m^2) + F_1(N-9m^2) + F_1(4N-9\mu^2),$$
$$(10)\quad \Sigma F(N-k^2) + F_1(N-k^2) + F_1(4N-h^2).$$

Dans les cas de $N \equiv -1$ ou $0 \pmod 3$, ou de $N \equiv +1$ et pair, les formules (1) à (7), jointes à des formules faciles à trouver par voie élémentaire, et qui font connaître $\Sigma F(8M+4-9\mu^2)$ et $\Sigma F(8M+4-h^2)$, permettent de calculer les sommes (9) et (10); dans le cas restant, $N \equiv +1 \pmod 3$ et impair, on peut effectuer ce calcul en utilisant les formules en J, et l'on retombe toujours sur les résultats de MM. Klein et Fricke.

Au contraire, les formules déduites de la multiplication complexe ne semblent pas comprendre les nôtres, même si on leur adjoint les diverses relations d'un caractère élémentaire dont il a été question ci-dessus.

Il serait bien intéressant d'étendre ces résultats en retrouvant et en complétant, au besoin, les belles formules qu'a données M. Gierster sur les

nombres de classes, et qui se rattachent à la fonction modulaire de l'icosaèdre.

5. J'ai obtenu des formules d'une nature différente en partant des développements en série des fonctions $H^2 H_1^2 \Theta_1 : \Theta^2$ et $H^2 H_1 \Theta_1^2 : \Theta^2$; je n'en indiquerai que deux. D'abord :

$$(11) \qquad \sum_{m \gtreqless 0} (-1)^m F[24N - (6m+1)^2] = -\sum d\left(\frac{3}{d+d_1}\right);$$

où N est un entier (positif) quelconque; au second membre, la somme s'étend aux décompositions

$$6N = dd_1 \qquad (d < d_1),$$

d et d_1 étant de parités différentes, et un seul d'entre eux étant multiple de 3; quant à $\left(\frac{3}{d+d_1}\right)$, c'est le symbole classique de Jacobi. Et enfin :

$$(12) \qquad \sum_{m \gtreqless 0} (-1)^m F(24N - 1 - 24m^2) = -\sum b\left(\frac{-1}{ab}\right),$$

où la somme, au second membre, s'étend à toutes les décompositions $24N - 1 = 2a^2 - 3b^2$, pour lesquelles $b > 0$, $2a > 3b$.

Cette dernière formule est intéressante en ce qu'il y intervient une forme quadratique indéfinie, circonstance qui, je crois, ne s'est pas encore présentée dans les applications des fonctions elliptiques à l'Arithmétique. J'aurai à revenir plus longuement sur ce sujet, et avec d'autres exemples.

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie approchée de l'écoulement sur un déversoir vertical en mince paroi, sans contraction latérale et à nappe noyée en dessous.* Note de M. **J. Boussinesq**.

I. Les mêmes principes qui m'ont permis, dans une Note du 24 mars 1907 (*Comptes rendus*, p. 668), de donner une théorie approchée de l'écoulement sur un déversoir à nappe libre inférieurement, s'appliquent lorsque la nappe est noyée en dessous, pourvu qu'on assimile à du *fluide mort*, ayant sa pression hydrostatiquement croissante de haut en bas et donnée directement au niveau du seuil, la masse liquide qui tourbillonne sous la nappe. La hauteur de charge étant appelée h et le poids de l'unité de volume liquide ρg, nous

désignerons par $N'\rho g h$ cette pression au niveau du seuil, supposée ici constante comme h; de sorte que N′ sera un nombre donné [1].

Les raisonnements qui m'avaient conduit aux équations (1) et (2) de la Note citée donnent ici, respectivement :

$$(1)\quad m=(1-c)^{\frac{3}{2}}(nk-n^3k^3)\frac{\log k}{k-1}\quad \text{avec}\quad n=\sqrt{\frac{1-N'}{1-c}}\quad \text{et}\quad k=\sqrt{\frac{1-K}{1-N'}};$$

$$(2)\quad \frac{1}{1-2c}=1+k-\nu^2k^3\left(1+\frac{k}{2}\right)\quad \text{avec}\quad \nu=\sqrt{\frac{1-N'}{1-2c}}=n\sqrt{\frac{1-c}{1-2c}}.$$

D'ailleurs, la différentiation en K de l'équation (2) donne pour la dérivée c' de c, après élimination des dérivées de k et de ν,

$$(3)\qquad c'=\frac{\nu^2k^2(3+2k)-1}{4\nu^2k(1+k)}.$$

II. L'écoulement constant cherché, produit par un abaissement suffisant du niveau d'aval (avec N′ censé invariable), s'obtient encore en rendant maximum l'expression (1) du coefficient m de débit, lorsque K y décroît à partir de 1. Il y a donc lieu d'annuler la dérivée de m en K (ce qui conduit à faire varier k, c, n); et il vient ainsi, au lieu de l'équation (6) de la Note citée,

$$(4)\qquad 1-\frac{1}{2}\left(\frac{1}{n^2k^2}-1\right)\left(\frac{1}{\log k}+\frac{1}{1-k}\right)=c'.$$

Pour les pressions relatives sous la nappe, N′, les plus usuelles, cette équation se résout encore par approximations successives, en continuant à remarquer, d'une part, que le premier membre s'annule pour la valeur k_0 de k rendant m maximum dans l'hypothèse de c et n constants et, le second membre, pour celle, k_1, correspondant au maximum de c; d'autre part, que cette seconde valeur k_1 est voisine de la première k_0 : en sorte que, dans tout l'intervalle séparant k_0 de k_1 et auprès, K, k varient assez peu pour laisser négligeables les petites variations (du second ordre) de c, de n et de ν aux environs de leurs *maxima* respectifs c_1, n_1, ν_1.

Par exemple, l'annulation du second membre de (3), et puis du premier

---

(1) La notation plus simple $N\rho g h$ est réservée pour désigner la pression encore sous la nappe, mais au sommet des filets inférieurs, c'est-à-dire à la hauteur ε ou ch au-dessus du seuil. On a donc $N'=N+c$.

de (4) en passant par les deux relations (2), donne successivement :

Pour $k_1 =$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$\nu^2 =$	3,086	1,645	1	0,661	0,464	0,340	0,257
$c =$	0,085	0,107	0,128	0,146	0,163	0,179	0,193
$n^2 =$	2,800	1,447	0,853	0,548	0,373	0,266	0,196
$k_0 =$	0,288	0,394	0,507	0,627	0,751	0,879	1,008
$k_0 - k_1 =$	−0,012	−0,006	0,007	0,027	0,051	0,079	0,108
$N' =$	−1,563	−0,291	0,256	0,532	0,688	0,782	0,842

III. On voit que, dans ce très large intervalle où la pression $N'\rho gh$, sous la nappe, varie en tout, de part et d'autre de zéro, de près de deux fois et demie la pression hydrostatique ρgh et finit par dépasser ses 84 centièmes, c'est-à-dire par approcher presque du maximum ρgh pour lequel cesserait tout écoulement, l'écart $k_0 - k_1$ des deux valeurs de k annulant respectivement le premier et le second membre de (4) reste presque toujours une fraction peu sensible de k_0, pour n'atteindre qu'à la fin le dixième environ de k_0.

La racine k de (4) se trouvant ainsi voisine de k_1 et de k_0, les deux membres de (4) deviennent très sensiblement proportionnels : le premier, à $k - k_0$, le second, à $k - k_1$. L'équation (4) est, dès lors, du premier degré ; et sa résolution donne pour k l'expression

$$k = k_0 + \frac{\frac{3}{2} A k_0}{1 - \frac{3}{2} A k_0}(k_0 - k_1), \tag{5}$$

où A est une fonction de k_0 lentement croissante, qui prend les valeurs

$A =$	0,367	0,368	0,370	0,371	0,372	0,373	0,374	0,375
Pour $k_0 =$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1

IV. Après avoir obtenu au préalable, par l'annulation du premier membre de (4) pour un certain nombre de valeurs de k_0, les valeurs de n^2 correspondantes, et par l'annulation de c' pour un certain nombre de valeurs de k_1, celles de ν^2, c et n^2, l'égalisation des n^2, de part et d'autre, m'a donné à très peu près les valeurs *simultanées* (c'est-à-dire correspondant à une même pression inférieure $N'\rho gh$) de k_0, k_1, c, n et, par suite, de k. L'expression (1) du coefficient m de débit devenait, dès lors, calculable ; et, en la divisant finalement par le coefficient théorique de débit $m' = 0,4342$ du déversoir à nappe libre, j'ai pu former le Tableau suivant, où les valeurs successives de k_0 sont 0,325, 0,35, 0,40, 0,45, 0,50, 0,60, 0,70, 0,80, 0,90 :

Pour $N' =$	−0,961	−0,668	−0,245	0,039	0,239	0,492	0,639	0,733	0,795
$m =$	0,530	0,509	0,472	0,440	0,413	0,369	0,333	0,305	0,280
$\frac{m}{m'} =$	1,221	1,173	1,088	1,014	0,951	0,849	0,768	0,701	0,646

Or, M. Bazin a trouvé expérimentalement, comme expressions du même rapport $\frac{m}{m'}$ de coefficients de débit, les formules empiriques

$$\text{(pour N' compris environ entre } -0,9 \text{ et } 0,3) \quad \frac{m}{m'} = 1,01 - 0,245\,N'\left(1 + \frac{N'}{5}\right),$$

$$\text{(pour N' compris entre } 0,3 \text{ et } 0,6) \quad \frac{m}{m'} = 1 \quad - 0,235\,N'\,(1 + N'),$$

$$\text{(pour N' supérieur à } 0,6) \quad \frac{m}{m'} = \text{(environ) } 1,05\,\sqrt[3]{1 - N'},$$

dont la première concerne les nappes noyées seulement en dessous, ou dégagées du remous d'aval, tandis que les deux dernières s'appliquent aux pressions $N'\rho g h$ ne se produisant que sous les nappes atteintes par le remous d'aval.

Pour les valeurs ci-dessus de N′, ces formules donnent

$$\frac{m}{m'} = 1,200 \quad 1,152 \quad 1,067 \quad 1,000 \quad 0,930 \quad 0,827 \quad 0,748 \quad 0,676 \quad 0,619$$

V. Les valeurs théoriques sont, comme on voit, plus fortes. On se l'explique en observant que les pertes de force vive translatoire négligées par notre théorie, et employées à faire tourbillonner sous la nappe une masse fluide que nous supposons ici en repos, doivent être beaucoup plus grandes quand cette masse est de l'eau que lorsqu'elle est de l'air et, par conséquent, en réduisant tout à la fois la vitesse moyenne et le débit, atténuer bien plus les numérateurs m que le dénominateur m'.

Toutefois, si l'on songe que nos calculs n'ont emprunté à l'expérience aucune donnée *quantitative*, aucun élément *numérique*, on sera peut-être surpris de voir l'excédent de leurs résultats sur ceux de l'observation rester parfois au-dessous de 0,02 et n'approcher de 0,03 que pour les valeurs de N′ supérieures à 0,7, pour lesquelles le débit constant ou maximum ne se réalisait peut-être pas tout à fait, la dénivellation entre l'amont et l'aval y étant très faible.

VI. Au lieu d'évaluer la racine k par la méthode précédente d'approximation, qui fait intervenir les quantités auxiliaires k_0, k_1, et qui, d'ailleurs, tomberait en défaut pour les valeurs de N′ voisines de l'unité, on peut aussi, mais au prix d'une bein plus grande longueur des calculs, exprimer en fonction de k et de N′ tous les autres paramètres, notamment c et n, puis, comme N′ est connu, essayer successivement différentes valeurs de k.

A cet effet, l'élimination de ν entre les équations (2), puis la seconde (1),

donnent aisément

$$(6)\qquad c=\frac{k}{2(1+k)}\left[1-(1-N')k^2\left(1+\frac{k}{2}\right)\right],\qquad n=\sqrt{\frac{1-N'}{1-c}}.$$

On peut donc, pour des valeurs arbitraires de k, connaître exactement c, ν, c', n et évaluer la différence entre les deux membres de l'équation (4). Quelques tâtonnements, suivis de l'ordinaire interpolation par parties proportionnelles, conduiront donc à la vraie racine k de cette équation.

Mais on peut observer aussi que l'équation (4), quand on y remplace c' par sa valeur (3), est linéaire par rapport aux inverses de n^2, ν^2, et qu'elle le devient par rapport à celui de $1-N'$, après substitution de la valeur (6) de c dans les expressions de ces inverses. Donc l'équation (4) sera linéaire en $1-N'$ ou en N', et résoluble sans radicaux, si l'on se donne k au lieu de N'; après quoi m se déduira de la première (1).

Par exemple, l'hypothèse $k=1$ conduit à $N'=\frac{4}{5}=0{,}8$, $m=\frac{\sqrt{5}}{8}=0{,}2795$, tandis que, pour $N'=0{,}8$, une légère extrapolation de la Table ci-dessus de valeurs approchées de m donne $m=0{,}278$, ou $\frac{1}{186}$ seulement en moins. La méthode approchée suffit donc parfaitement jusqu'à la limite $k=1$, ou $N'=0{,}8$, au delà de laquelle les filets fluides n'ont plus qu'une courbure insensible sur la section contractée et, laissant la pression y varier hydrostatiquement, permettent, sans calcul de maximum, une évaluation directe beaucoup plus simple de m en fonction de N' [1].

PATHOLOGIE. — *Sur le rôle de la rate dans les trypanosomiases.* Note de MM. **A. Laveran** et **Thiroux**.

L'étude du rôle de la rate dans les trypanosomiases présente un grand intérêt, non seulement au point de vue de la pathologie spéciale de ces maladies, mais aussi au point de vue de la pathologie générale et des fonctions encore mal connues de la rate.

---

[1] On trouvera cette évaluation plus simple de m en fonction de N', pour les valeurs de N' supérieures à 0,8, c'est-à-dire pour les déversoirs entièrement noyés dont la nappe, de faible courbure, ne plonge plus sous le remous d'aval, mais est soulevée par lui, à la page 118 du Tome L des *Mémoires de l'Académie des Sciences,* à la fin de ma *Théorie approchée de l'écoulement de l'eau sur un déversoir en mince paroi et sans contraction latérale.*

Les infections produites par des trypanosomes s'accompagnent en général d'hypersplénie et parfois cette hypersplénie atteint des proportions énormes. Pour une même trypanosomiase, le Surra par exemple, on observe d'ailleurs de grandes différences suivant les espèces animales; l'hypersplénie, très marquée chez le chien, le cobaye, le rat et la souris, est légère chez le lapin, chez les ovinés et les caprins. C'est chez les animaux qui ont le plus grand nombre de parasites dans le sang que l'hypersplénie atteint ses plus fortes proportions.

Plusieurs observateurs ont cherché déjà à établir quel était le rôle de la rate dans les trypanosomiases.

Bradford et Plimmer signalent que des animaux dératés avant d'être inoculés de *Tr. Brucei* sont morts plus vite que les témoins, ce qui rend probable, disent ces observateurs, une phagocytose active de la rate (1).

E. Sauerbeck constate aussi que, chez des rats et chez un chien dératés et inoculés ensuite de *Tr. Brucei*, l'infection a évolué un peu plus rapidement que chez les animaux normaux. De plus Sauerbeck insiste sur ce fait que, après la mort des animaux infectés de trypanosomes, les parasites subissent des altérations profondes qui se produisent beaucoup plus rapidement dans la rate que dans d'autres organes, dans le foie notamment; dans les frottis frais de la rate, il serait très rare de trouver des trypanosomes intacts (2).

D'après Rodet et Vallet, la rate aurait des propriétés trypanolytiques remarquables. Lorsqu'on examine la pulpe de la rate d'un animal mort de trypanosomiase, on ne voit pas, disent ces observateurs, de trypanosomes ayant l'aspect normal, alors même que cet examen est fait aussitôt après la mort ou dans les derniers instants de la vie; on n'aperçoit, sur les frottis de rate, que les noyaux des trypanosomes sans les flagelles (3). « Les trypanosomes sont dans la rate l'objet d'une destruction, et suivant un mode un peu spécial, en ce sens que jamais, à côté des noyaux, nous ne trouvons de flagelles libres, contrairement à ce qui se passe pour la désintégration habituelle dans le sang (4). »

---

(1) J.-R. Bradford et H.-G. Plimmer, *The quarterly Journ. of microsc. Sc.*, février 1902, t. XLV, 3e partie.

(2) E. Sauerbeck, *Zeitschr. für Hygiene u. Infectionskrank.*, t. LII, 1906, fasc. 1.

(3) A. Rodet et G. Vallet, *Comptes rendus*, 28 mai 1906, et *Arch. de Méd. expérim. et d'Anat. pathol.*, juillet 1906.

(4) *Arch. de Méd. expérim. et d'Anat. pathol.*, juillet 1906, p. 468.

Le pouvoir trypanolytique de l'extrait de rate aurait été constaté *in vitro* par ces observateurs.

Nous avons fait, au sujet du rôle de la rate dans les infections produites par les trypanosomes, une série de recherches dont nous ne pourrons donner dans cette Note qu'un résumé succinct.

1° *État des trypanosomes dans la rate.* — Il est exact, comme l'ont dit Sauerbeck, Rodet et Vallet, que, si l'on fait des frottis avec la rate et avec le foie d'un animal mort de trypanosomiase, on constate le plus souvent de grandes différences entre ces frottis au point de vue du nombre et de l'état de conservation des trypanosomes; les parasites sont plus rares et plus altérés dans les frottis de la rate que dans ceux du foie, mais il y a des causes d'erreur.

Les trypanosomes se trouvent dans le sang et non dans les parenchymes; il est donc naturel qu'ils existent en nombre d'autant plus grand dans les frottis d'organes que ces frottis contiennent plus de sang. Or, dans les frottis de foie, il y a presque toujours plus de sang que dans les frottis de rate; après la mort, les vaisseaux de la rate se rétractent, tandis que ceux du foie restent béants; en outre, le parenchyme ramolli de la rate laisse dans les frottis un grand nombre de cellules du parenchyme splénique, alors que, dans les frottis du foie, on ne trouve pour ainsi dire que des hématies. Sur les préparations colorées au Giemsa, cette différence est apparente même à l'œil nu; le frottis de foie prend une coloration rosée comme le sang, le frottis de rate prend une coloration bleuâtre.

La fixation des trypanosomes par dessiccation, qui se fait bien quand les trypanosomes sont dans le sang, laisse beaucoup à désirer quand il s'agit de frottis dans lesquels d'autres éléments que les hématies dominent. Les trypanosomes se déforment.

Si l'on sacrifie un animal qui est fortement infecté de trypanosomes et si l'on fait, de 5^{m} en 5^{m}, des frottis avec un même morceau de la rate, on constate que les premiers frottis se font facilement, parce que la rate contient encore du sang en assez grande quantité, mais que bientôt la coupe de la rate devient sèche, exsangue. Après coloration, on voit dans les premiers frottis des trypanosomes nombreux et bien conservés, tandis que, dans les suivants, les parasites deviennent de plus en plus rares et qu'ils paraissent de plus en plus altérés.

Au lieu de faire des frottis avec le parenchyme splénique, il vaut mieux piquer la rate avec une pipette effilée et retirer une goutte de liquide qui sert à faire un frottis. Si l'on procède ainsi, aussitôt après la mort d'un animal infecté de trypanosomiase, on constate que les trypanosomes sont aussi nombreux dans la rate que partout ailleurs et qu'ils s'y trouvent avec leur aspect ordinaire. Rodet et Vallet eux-mêmes disent d'ailleurs qu'ils n'ont pas trouvé de différences, au point de vue du nombre et de l'aspect des trypanosomes, entre le sang des veines spléniques et celui de l'artère splénique chez les animaux infectés par *Tr. Brucei*.

2° *Action* in vitro *de l'extrait de rate sur les trypanosomes.* — Le 28 mai 1907, un cobaye sain est sacrifié; des morceaux de rate et de foie de même poids sont broyés dans des verres stérilisés; on ajoute, dans chacun des verres, 3$^{cm^3}$ d'eau physiologique à 7 pour 1000, on broie de nouveau et l'on filtre sur papier les extraits.

On fait les mélanges suivants dans des verres de montre flambés en se servant du sang d'un cobaye fortement infecté de *Tr. Evansi*.

a. Une goutte de sang et une goutte d'extrait de rate.

b. Une goutte de sang et une goutte d'extrait de foie.

c. Une goutte de sang et une goutte d'eau physiologique.

On mélange bien les gouttes dans les trois verres de montre et l'on défibrine en agitant avec la pointe effilée d'une pipette.

On fait alors avec les liquides *a*, *b* et *c* des préparations en goutte pendante qui sont examinées toutes les demi-heures au début de l'expérience, puis à intervalles plus éloignés.

3 heures après le début de l'expérience, les trypanosomes sont encore très mobiles dans les trois préparations.

Après 24 heures, on trouve dans les trois préparations des trypanosomes mobiles; les mouvements sont très ralentis, mais ils le sont également dans les trois préparations.

Après 48 heures, on trouve encore, dans la préparation faite avec l'extrait de rate, quelques trypanosomes très faiblement mobiles, alors qu'on ne voit plus aucun trypanosome mobile dans les deux autres préparations.

Dans une autre expérience, les mouvements des trypanosomes ont disparu plus rapidement dans une préparation faite avec l'extrait de rate que dans une préparation faite avec l'extrait de foie, mais la disparition des mouvements des trypanosomes a été aussi rapide dans une préparation de sang et d'eau physiologique à 7 pour 1000 que dans la préparation de sang et d'extrait de rate; cette expérience ne peut donc pas être invoquée à l'appui de l'opinion qui attribue à la rate des propriétés trypanolytiques spéciales.

3° *Évolution des trypanosomiases chez les animaux dératés.* — Nos expériences ont porté sur des rats et sur des cobayes.

Deux rats sont dératés; après guérison complète de l'opération, ils sont inoculés de Surra (de Maurice) en même temps que deux rats témoins de même poids; les quatre rats reçoivent les mêmes doses de virus. La durée de l'infection, mortelle dans tous les cas, a été de 6 et 7 jours chez les rats dératés, de 7 jours chez les deux témoins ([1]).

Cinq cobayes sont dératés; après guérison complète de l'opération, ils sont inoculés de Surra (de Maurice), en même temps que quatre cobayes témoins. Les neuf cobayes reçoivent les mêmes doses de virus.

Dans tous les cas l'infection a été mortelle. Chez les cobayes dératés, la durée moyenne de la maladie a été de 17 jours; chez les témoins, elle a été de 23 jours, mais cette différence dans la durée est due à ce qu'un des témoins a survécu 47 jours à l'inoculation, ce qui est un fait exceptionnel.

Des cobayes dératés ont survécu 21 et 22 jours à l'inoculation, alors que des témoins mouraient en 18 jours; un des témoins est même mort en 9 jours.

Il est à noter que, chez les cobayes dératés comme chez les témoins, les trypano-

---

([1]) Déjà, en 1904, nous constations, M. Mesnil et moi, qu'un rat dératé inoculé de Nagana s'était comporté exactement comme un rat témoin. A. Laveran. (*Trypanosomes et trypanosomiases*, 1904, p. 118.)

somes après s'être multipliés dans le sang sont devenus très rares (si rares que l'examen histologique était négatif), puis ont pullulé de nouveau. L'absence de la rate n'a donc pas empêché cette crise trypanolytique de se produire.

Nous avons dit déjà que chez les animaux atteints de trypanosomiase la rate est d'autant plus développée que les trypanosomes sont en plus grand nombre. Il semble que le rapport devrait être inverse si la rate avait la propriété de détruire les trypanosomes.

Nous croyons pouvoir tirer de nos recherches les conclusions suivantes :

1° Quand on se place dans de bonnes conditions d'observation, on constate que les trypanosomes pris dans la rate pendant la vie ou aussitôt après la mort ont le même aspect que ceux qui ont été recueillis dans le sang de la grande circulation.

2° L'extrait de rate n'a pas de propriétés trypanolytiques *in vitro*.

3° Chez les animaux dératés, l'évolution des trypanosomiases n'est pas sensiblement modifiée.

4° Dans les trypanosomiases, comme dans le paludisme, la rate contribue sans doute à débarrasser la circulation des débris des hématozoaires, à la suite des crises trypanolytiques comme à la suite des accès palustres, mais à cela paraît se borner son rôle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation directe des anhydrides d'acides forméniques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe**.

La méthode générale d'hydrogénation sur le nickel divisé peut s'appliquer régulièrement aux anhydrides forméniques.

Anhydride acétique $(CH^3.CO)^2O$. — Les vapeurs d'anhydride (bouillant à 137°) sont dirigées par un excès d'hydrogène sur du nickel réduit maintenu vers 180°, puis envoyées dans un tube refroidi par un mélange de glace et de sel : on recueille un liquide qui passe tout entier à la distillation au-dessous de 120° et que le fractionnement permet de séparer en trois portions :

Une petite partie bouillant au-dessous de 30° et constituée par de l'*éthanal;*

Une fraction beaucoup plus importante, passant au voisinage de 80°;

Une troisième fraction, assez importante, distillant vers 120°. Cette dernière est constituée par de l'*acide acétique,* retenant seulement un peu d'anhydride.

Par lavage à l'eau de la portion bouillant vers 80°, on dissout de l'*alcool éthylique* et il demeure de l'*acétate d'éthyle*, bouillant à 77°.

La dose de ce dernier correspond à peu près au quart du volume total de l'anhydride employé.

On voit donc que l'hydrogénation pratiquée sur le nickel a donné lieu à une scission de la molécule d'anhydride en une molécule d'aldéhyde et une molécule d'acide acétique :

$$\begin{matrix} CH^3.CO \\ CH^3.CO \end{matrix}\!\!>O + H^2 = CH^3.CO.H + CH^3.CO.OH.$$

Puis la majeure partie de l'aldéhyde produite a été, par hydrogénation sur le nickel, transformée en alcool éthylique qui, engendré de la sorte dans un milieu contenant des vapeurs d'acide acétique, a été partiellement éthérifié avec mise en liberté d'eau et formation d'acétate d'éthyle

$$\begin{matrix} CH^3.CH^2 \\ CH^3.\ CO \end{matrix}\!\!>O.$$

D'ailleurs, la plus grande partie de l'eau ainsi produite a été employée à hydrater une portion corrélative d'anhydride acétique ainsi transformée en acide.

La formation d'acétate d'éthyle pourrait être interprétée d'une autre manière, en admettant qu'un seul des deux carbonyles de l'anhydride subit l'hydrogénation selon la formule

$$\begin{matrix} CH^3.CO \\ CH^3.CO \end{matrix}\!\!>O + H^4 = H^2O + \begin{matrix} CH^3.CH^2 \\ CH^3.\ CO \end{matrix}\!\!>O.$$

Une hydrogénation plus complète aurait comme effet de dédoubler l'acétate d'éthyle en donnant de l'alcool et de l'aldéhyde, selon la formule

$$\begin{matrix} CH^3.CH^2 \\ CH^3.CO \end{matrix}\!\!>O + H^2 = CH^3.CH^2.OH + CH^3.CO.H.$$

L'acide recueilli proviendrait seulement de l'action de l'eau produite par la première réaction.

Le phénomène serait alors comparable à celui que Godchot a observé avec l'anhydride orthophtalique $C^6H^4<\begin{matrix} CO \\ CO \end{matrix}>O$, que l'hydrogénation sur le nickel transforme en lactine $C^6H^4<\begin{matrix} CO \\ CH^2 \end{matrix}>O$ (1).

(1) Godchot, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. I, 1907, p. 243.

Mais cette interprétation ne nous paraît pas pouvoir être admise : car nous avons vérifié que l'*acétate d'éthyle*, soumis directement à l'hydrogénation sur le nickel, ne subit à 180°-200° aucune modification appréciable. Il n'est atteint qu'à température élevée et il donne alors scission complète de la molécule en produits gazeux.

Nous en concluons que la réaction fondamentale est le dédoublement par hydrogénation en aldéhyde et acide.

Il convient d'ailleurs d'observer, et c'est là un fait particulièrement digne d'intérêt, que le nickel n'est nullement altéré par l'acide acétique qu'il engendre et que, protégé en réalité par la fonction qu'il exerce, il conserve indéfiniment son activité hydrogénante.

Autres anhydrides forméniques. — Tous les anhydrides d'acides forméniques que nous avons essayés, savoir : les anhydrides *propionique, butanoïque, méthylpropanoïque, méthylbutanoïque*, ont donné des résultats analogues à ceux fournis par l'anhydride acétique. La réaction principale est, dans tous les cas, la scission de la molécule par hydrogénation en acide et en aldéhyde, dont l'hydrogénation consécutive fournit l'alcool correspondant. On a :

$$\begin{matrix}R.CO\\R.CO\end{matrix}\!\!>O + H^2 = R.CO.OH + R.CO.H.$$

Une certaine dose d'*éther-sel*, $\begin{matrix}R.CO\\R.CH^2\end{matrix}\!\!>O$, résulte de la combinaison de l'acide et de l'alcool ainsi engendrés simultanément dans la réaction. La dose d'éther-sel qui est ainsi formé va en diminuant à mesure que la richesse carbonée de l'anhydride augmente : au contraire, la proportion d'alcool issu de l'aldéhyde y devient de plus en plus importante. Ainsi, dans le cas de l'anhydride méthylbutanoïque (*isovalérique*) (qui bout à 212°), nous n'avons recueilli qu'une très petite quantité d'*isovalérate d'isoamyle* (bouillant à 190°), ainsi que d'*aldéhyde isovalérique* (bouillant à 92°) ; le produit obtenu était formé presque exclusivement d'*acide isovalérique* (qui bout à 176°) et d'*alcool isoamylique* (qui bout à 131°).

Hydrogénation sur le cuivre. — Le cuivre réduit agissant vers 200°-210° peut, à la manière du nickel, réaliser l'hydrogénation régulière des anhydrides d'acides forméniques ; la réaction est la même : formation d'aldéhyde et d'acide. Mais l'activité du cuivre est plus faible et, pour un même débit de l'anhydride, une partie de ce dernier corps échappe à la transformation. En outre, comme le cuivre ne réalise que beaucoup moins vite l'hydrogé-

nation des aldéhydes en alcools correspondants (1), la proportion d'alcool, et par suite celle d'éther-sel, y est minime, les produits obtenus étant par suite surtout l'aldéhyde et l'acide. Ajoutons que le cuivre s'altère beaucoup plus rapidement que le nickel par le fait de la réaction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse de l'alcool isoamylique secondaire* $(H^3C)^2 = CH - CH(OH) - CH^3$. Note de M. **Louis Henry.**

I. Continuant mes études sur l'*oxyde d'isobutylène* $(H^3C)^2 = \underset{\diagdown O \diagup}{C - CH^2}$,

composé si intéressant et si facile à obtenir, je me suis proposé de déterminer comment il se comporte avec les composés organomagnésiens et notamment avec le méthylbromure de magnésium $H^3C.Mg.Br$.

Le groupement $- CH^3$ pouvant se fixer sur $= C -$ ou sur $- CH^2$, cette réaction synthétique devait, à mon sens, aboutir à la formation de l'un ou l'autre alcool $C^5H^{11} - OH$,

$$(CH^3)^3 - C - CH^2(OH) \quad \text{ou} \quad (H^3C)^2 = \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}} - CH^2 - CH^3,$$

ou, peut-être, des deux à la fois.

Ces deux alcools étant l'un *primaire* et l'autre *tertiaire*, il me paraissait aisé de les caractériser et même de les séparer dans le produit de la réaction.

Ces prévisions supposent la stabilité structurale du complexe *oxyde*

$$= \underset{\diagdown O \diagup}{C - CH^2},$$

notamment quant à la distribution sur le carbone des deux atomes d'hydrogène qu'il renferme.

Sans aller plus loin, je constaterai que, en tout cela, j'étais loin des réalités expérimentales.

L'oxyde d'isobutylène, $(H^3C) = \underset{\diagdown O \diagup}{C - CH^2}$ (éb. 52°), réagit aisément sur le méthylbromure de magnésium $H^3C - Mg - Br$, en solution éthérée. Laissant de côté le

(1) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 301.

détail de l'expérience, ce que je rapporterai ailleurs, je dirai que l'on obtient ainsi, avec un rendement d'environ 80 pour 100, un alcool liquide en C^5, de la formule $C^5H^{11}-OH$, exhalant une forte odeur d'alcool amylique et bouillant, sous la pression ordinaire, à 113°-114°.

L'alcool *tertiaire* $(H^3C)^2-C(OH)-CH^2-CH^3$ (éb. 102°) est ainsi de suite écarté et, si le point d'ébullition a pu faire songer à l'origine à l'alcool *primaire* de Tissier $(H^3C)^3.C.CH^2(OH)$, il a fallu bien vite renoncer à cette assimilation. L'alcool ainsi obtenu n'a pas pu être congelé dans un mélange de neige carbonique et d'éther; son *acétate*, produit de l'action du chlorure d'acétyle, bout à 130°, et, à l'oxydation par l'anhydride ou le mélange chromique, cet alcool fournit nettement de la *méthylisopropylcétone* $H^3C-CO.CH=(CH^3)$ (éb. 94°-95°); de plus on n'en peut obtenir de l'acide *triméthylacétique* $(H^3C)^3.C.CO(OH)$, qui accuserait l'existence de l'alcool *primaire* $(H^3C)^3.C.CH^2(OH)$.

Quoique se rattachant par son origine à l'*oxyde d'isobutylène* $(H^3C)^2=C-CH^2$ (pont O entre C et CH^2), cet alcool n'est autre que l'alcool *isoamylique secondaire* ou le *méthylisopropylcarbinol* $(H^3C)^2CH.CH(OH).CH^3$.

Le méthylisopropylcarbinol se fait, commodément et régulièrement, par la réaction de *l'aldéhyde isobutyrique* $(H^3C)^2=C.CH=O$ (éb. 63°-64°), sur le méthylbromure de magnésium, mais il faut remarquer que, dans le cas présent, il a été fait usage, non de ce corps, mais de son isomère, l'*oxyde d'isobutylène* $(H^3C)^2=C-CH^2$ (pont O entre C et CH^2) (éb. 52°), le même qui, en présence de l'eau et sous l'action d'une trace d'acide sulfurique, se transforme instantanément et vivement en *glycol isobutylénique* $(H^3C)^2-C(OH)-CH^2(OH)$ (éb. 178°).

Il faut donc admettre qu'au contact du composé magnésien, l'oxyde d'isobutylène a réagi finalement comme aurait réagi son isomère, l'aldéhyde isobutyrique. Est-ce après s'être transformé en celui-ci? Je suis tenté de le croire lorsque je considère que l'alcool primaire $(CH^3)^3.C-CH^2(OH)$, qui pourrait se former directement de l'oxyde d'isobutylène lui-même, s'isomérise, dans certaines conditions, ou plutôt dans certains de ses dérivés, en alcool *tertiaire* $(H^3C)^2=C(OH)-CH^2-CH^3$, mais non en alcool *secondaire* $(H^3C)^2-CH.CH(CH)-CH^3$, produit réel de cette opération.

Quoi qu'il en soit, à n'envisager cette réaction que dans son résultat synthétique par rapport au composé qui en est l'origine, on y trouve un nouvel et bien remarquable exemple de transposition atomique.

II. La formation synthétique de l'alcool isoamylique secondaire est une réaction déjà ancienne; elle fait partie des nombreuses réactions de ce genre

exécutées dans le laboratoire de Bütlerow. Elle fut réalisée, d'une manière laborieuse, en 1877, par M. Winogradoff (1) à l'aide du *bromure d'acétyle monobromé* $BrCH^2 - COBr$ et en 1881 par J. Bogomolez (2) à l'aide du *chlorure d'acétyle monochloré* $ClCH^2 - COCl$, l'un et l'autre agissant sur le zinc-méthyle $(CH^3)^2Zn$.

On devait s'attendre à obtenir, dans ces circonstances, un alcool *tertiaire* en C^5, le *diméthyléthylcarbinol* $(H^3C)^2 = \underset{\displaystyle OH}{C} - CH^2 - CH^3$; aussi cette synthèse a-t-elle été regardée comme une sorte d'énigme chimique. Il est possible aujourd'hui de suivre dans ses phases successives le processus réactionnel de ces opérations singulières dans leur résultat. Ce processus est, au fond, celui que j'ai proposé pour la formation synthétique du pentaméthyléthanol $(H^3C)^3 . C - \underset{\displaystyle OH}{C} - (CH^3)^2$, à l'aide du *chloro-isobutyrate d'éthyle* $(CH^3)^2 = CCl - CO(OC^2H^5)$ et du méthylbromure de magnésium.

Des deux groupements réactionnels du composé acétique, c'est évidemment le groupe *chlorure* $\underset{|}{C}OCl$, ou *bromure* acide $\underset{|}{C}OBr$ qui a réagi en premier lieu sur le composé zincique; il est résulté de là l'assemblage

$$(CH^3)^2 = \underset{\displaystyle CH^2Cl}{C} - O(ZnCH^3) \quad \text{ou} \quad (CH^3)^2 = \underset{\displaystyle CH^2Br}{C} - O(ZnCH^3)$$

qui, par la réaction du composant éther-haloïde $- CH^2Cl$ ou $- CH^2Br$ sur le composant voisin $= C - O(ZnCH^3)$, a donné naissance transitoirement à l'*oxyde d'isobutylène* $(H^3C)^2 = C - CH^2$ (pont O entre C et CH^2). Celui-ci, avec le zinc-méthyle, a fourni ce qui est devenu, sous l'action finale de l'eau, l'alcool isoamylique secondaire comme je viens de le faire connaître à propos du composé méthylomagnésien.

Je ne veux pas négliger d'ajouter ici que parmi les diverses applications de son procédé synthétique, rapportées par Winogradoff, il en est une qu'il dit lui avoir été suggérée par Kaschirsky, un chimiste russe aussi, où interviennent momentanément l'oxyde d'isobutylène et sa transformation isomérique en aldéhyde isobutyrique. Cette interprétation explicative était la

(1) *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CXCI, p. 125 et suivantes.
(2) Même Recueil, t. CCIX, p. 70 et suivantes.

bonne et la seule bonne, conforme à la vérité des choses, comme le démontre la réaction synthétique directe que je viens de décrire.

III. La formation de l'oxyde d'isobutylène et sa réaction sur le composé méthylomagnésien peuvent se faire, d'une manière successive, en une seule opération. C'est ce qui a été constaté en ce qui concerne l'*acétone monochlorée* $CH^3 - CO - CH^2Cl$.

En réagissant sur 2^{mol} de $CH^3 - MgBr$, elle permet d'arriver directement à l'alcool isoamylique secondaire. Sous l'action de la chaleur, au sein de l'éther où il a pris naissance, le complexe $\frac{CH^3}{CH^3} > C(O.MgBr) - CH^2Cl$

fournit, en même temps que Cl.MgBr, l'oxyde d'isobutylène

$$(H^3C)^2 = C - CH^2, \quad \text{(C et } CH^2 \text{ liés par O)}$$

d'où résulte, par l'action ultérieure de $CH^3.MgBr$, l'alcool secondaire en C^5. Mais cette opération est moins aisée à conduire et d'un rendement moins avantageux que celle où l'on fait usage d'oxyde d'isobutylène, comme tel et préalablement formé.

Je ne doute nullement que l'*acétate d'éthyle monochloré*

$$ClCH^2 - CO(OC^2H^5)$$

ne puisse fournir aussi, en une seule opération, mais en réagissant sur *trois* molécules de composé magnésien, ce même alcool isoamylique secondaire. Cette réaction n'a pas été réalisée jusqu'ici; j'ai jugé qu'il était préférable de rentrer en tous points dans le procédé opératoire suivi par les chimistes russes, il y a une trentaine d'années. On a donc fait réagir le *chlorure d'acétyle monochloré* $ClCH^2 - COCl$ sur le méthylbromure de magnésium $H^3C.Mg.Br$ (dans la proportion de 3^{mol} de celui-ci pour une seule de composé acétique) en solution dans l'éther.

La réaction du chlorure acide sur le composé magnésien est violente. La masse liquide éthérée a été chauffée, au bain d'eau, dans un appareil à reflux pendant environ 4 heures. Le résultat de l'opération a démontré que cette durée de caléfaction était insuffisante pour amener une réaction totale; on ne doit pas s'en étonner, puisque, dans l'opération exécutée par Bogomolez, le chlorure acide et le zinc-méthyle ont été maintenus en contact pendant *six mois*. Quoi qu'il en soit, à côté d'une notable quantité

de chlorhydrine isobutylénique $(CH^3)^2 = C(OH) - CH^2Cl$ (éb. 127°) intacte, on a obtenu, dans ces circonstances, une quantité fort appréciable de l'*alcool isoamylique secondaire* $(H^3C)^2 = CH - CH(OH) - CH^3$ (éb. 113°-114°), qui aurait dû être le produit principal et unique si la réaction avait été achevée. Je tiens à dire, pour ne laisser aucun doute sur sa nature, que l'alcool isoamylique brut, produit de cette opération, a été soumis à l'action de la potasse caustique pour le débarrasser totalement de la chlorhydrine isobutylénique qu'il pouvait renfermer; celle-ci, dans ces circonstances, était transformée en oxyde d'isobutylène

$$(H^3C)^2 = \underset{\diagdown\ O\ \diagup}{C - CH^2} \qquad \text{(éb. 52°)},$$

facile à séparer par une simple distillation.

Je tiens à constater, pour l'en remercier, le puissant concours que m'a prêté dans cette recherche mon assistant, M. Aug. de Wael.

ANTHROPOLOGIE. — *Crâne préhistorique syphilitique.* Note de M. L. **Lortet**.

Au mois d'avril 1907, j'ai pu fouiller de nombreuses tombes de la grande nécropole préhistorique, qui s'étend entre la rive droite du Nil et la limite du désert arabique, près du village de Rodâ, au nord de Karnak. La plupart des sépultures ne contenaient que des ossements humains, disséminés irrégulièrement sur le sol des tombes creusées, à peu près, à 1^m de profondeur dans les limons anciens du fleuve. Ainsi que cela se pratique encore de nos jours, chez certaines peuplades primitives, le cadavre était placé dans une première fosse, ou peut-être attaché sur des branches d'arbres, afin d'y subir la putréfaction; puis, les chairs ayant disparu, les ossements étaient recueillis pour être placés, sans aucun ordre, dans la tombe définitive et entourés de vases d'une forme spéciale, de silex taillés et de quelques ornements d'os.

Une des tombes fouillées par moi-même, et absolument semblable aux autres, renferme, pour tout ossement humain, un crâne de jeune femme, présentant tous les caractères de la race égyptienne la plus pure. Il est très dolichocéphale, légèrement asymétrique, le pariétal gauche, ainsi que la partie gauche de l'occipital étant repoussés en arrière, de telle sorte que l'axe antéro-postérieur du trou occipital ne correspond plus en ligne droite avec la suture palatine, la partie cranienne postérieure étant tout entière

déjetée vers la gauche. Ce crâne appartient évidemment à une jeune femme de 20 à 24 ans, les deux dents de sagesse se montrant à peine à l'ouverture de leurs alvéoles. Il présente, sur toute sa région supérieure, une altération osseuse extrêmement remarquable. Ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte, par l'examen de la photographie, un peu plus petite que nature, que je joins à cette Note, le pariétal gauche est profondément attaqué par une ulcération serpigineuse, irrégulière, ayant fait disparaître entièrement la table externe de l'os, tandis que dans certains endroits le feuillet interne, attaqué à son tour, a permis de véritables perforations, établissant des communications directes entre l'extérieur et la cavité cranienne.

Le pourtour de cette grande perte de substance est taillé en biseau très large, aux dépens de la table externe. Au voisinage de cette perte de substance considérable se voient cinq ou six autres points atteints d'une nécrose semblable ayant donné lieu à des perforations complètes du diploé et de la table interne. Ailleurs, d'autres endroits commencent à être atteints par le processus et présentent des taches blanchâtres, irrégulières, tranchant vivement sur la coloration jaunâtre du crâne et laissant voir une substance osseuse, encore plane, mais déjà plus ou moins rugueuse. Ce dépoli est dû à l'altération commençante de la table externe. Certaines de ces taches sont restées tout à fait superficielles, tandis que d'autres commencent manifestement à creuser la surface de l'os. Le pariétal droit est moins profondément attaqué que le gauche; cependant il est déjà couvert de taches blanches dépolies, dont quelques-unes sont déjà ulcérantes et ont pénétré dans l'intérieur du diploé, comme l'aurait fait une vrille. L'occipital présente le même travail pathologique; le frontal, du côté gauche, montre des érosions multiples dont une seule perfore la table externe. L'arcade sourcilière droite commence à être attaquée, ainsi que la bosse frontale médiane et les apophyses mastoïdes. Tous les os de la base du crâne sont intacts; les dents sont saines et ne présentent point les sillons profonds que l'on rencontre fréquemment chez les syphilis héréditaires. Le maxillaire inférieur manque malheureusement, ainsi que les os longs, qui auraient été si intéressants à étudier au point de vue de la syphilis.

Pour moi, comme pour un certain nombre de personnes compétentes qui ont bien voulu examiner attentivement cette pièce, nous avons ici un exemple remarquable d'infection syphilitique.

Il est intéressant de retrouver dans l'ancienne Égypte des traces de la syphilis préhistorique, comme nous en avons retrouvé dans la station de Solutré, sur un squelette de femme, examiné jadis par Broca, Virchow, Parrot et Rollet, qui ont été unanimes à conclure que les exostoses que présentent les tibias de ce squelette sont certainement de nature syphilitique.

M. **A. Lacroix** dépose sur le Bureau un Mémoire intitulé : *Étude minéralogique des produits silicatés de l'éruption du Vésuve (avril* 1906), *conséquences à en tirer à un point de vue général,* constituant la première Partie du Tome IX (4e série) des *Nouvelles archives du Muséum* (p. 1 à 172, *Pl. I à X*)

et dans lequel il a développé une partie de ses observations faites en avril et mai 1906.

Ce travail est spécialement consacré à l'étude de la composition chimique et minéralogique des roches du Vésuve et de celle des roches plus anciennes de la Somma. Plusieurs Chapitres traitent des modifications métamorphiques présentées par les blocs rejetés par l'éruption de 1906 et d'une façon plus générale par ceux des éruptions plus anciennes du même type (1822, 1839, 1850, 1872). Ces observations nouvelles apportent des notions précises sur le mécanisme des phénomènes de contact des magmas éruptifs et des phénomènes d'autopneumatolyse présentés par ceux-ci : elles sont susceptibles de généralisation.

M. E.-L. **Bouvier**, présentant à l'Académie un exemplaire d'une réimpression anastatique d'un Ouvrage de *Latreille*, s'exprime en ces termes :

Au moment où la ville de Brives se prépare à glorifier la mémoire de Latreille, il convient de signaler la réédition, en fac-similé anastatique, de l'Ouvrage dans lequel l'illustre entomologiste présenta pour la première fois ses vues sur l'ensemble des animaux articulés. Cet Ouvrage est intitulé : *Précis des caractères génériques des Insectes disposés dans un ordre naturel, par le citoyen* Latreille. Il fut imprimé à Brives, en l'an V de la République, et valut à son auteur une renommée qui devait encore s'accroître dans la suite. C'est du *Précis des caractères génériques des Insectes* que date, en Entomologie, « l'ère de Latreille ou du système éclectique », ainsi nommée par Kirby et Spence, en raison des caractères choisis par Latreille pour classer le plus naturellement possible les animaux articulés. A ce point de vue, le *Précis* fait une sélection heureuse dans les caractères systématiques employés par Linné et par Fabricius, il les combine avec ceux tirés des métamorphoses et arrive ainsi à établir des familles naturelles, ce qui n'avait pas été réalisé jusqu'alors.

Cet Ouvrage renferme le principe des œuvres plus vastes et plus parfaites qui sont l'honneur de Latreille. Il fut toujours très rare et l'on doit féliciter M. Hermann qui l'a réédité en lui conservant sa physionomie primitive. L'exemplaire que j'ai l'honneur de présenter est offert à l'Académie par cet éditeur.

RAPPORTS.

Des empreintes digitales comme procédé d'identification. Rapport présenté par M. **Dastre**, au nom de la Commission nommée par l'Académie.

Par une Lettre du 6 novembre 1906, M. le Ministre de la Justice invitait l'Académie à « lui faire connaître son sentiment sur le crédit qu'il faut accorder aux méthodes anthropométriques relatives aux empreintes des doigts pour *fixer l'identité* d'un individu, et sur les moyens de contrôle à établir pour prévenir, dans leur application, les déductions inexactes ». Dans la séance du 12 novembre, l'Académie a désigné une Commission composée de MM. d'Arsonval, Chauveau, Darboux, Dastre et Troost. Celle-ci s'est réunie deux fois, le 3 décembre 1906 et le 18 janvier 1907. Diverses circonstances ont empêché le Rapport de venir en lecture avant la séance de ce jour.

I. *Questions à examiner.* — Le premier soin de la Commission a été de préciser l'objet de ses études. Qu'est-ce que *fixer l'identité* d'un individu, selon les termes mêmes de la Lettre ministérielle ? Cela peut s'entendre de deux problèmes assez différents qui intéressent, l'un l'*instruction criminelle*, l'autre la *police judiciaire*. Dans les deux cas on peut utiliser l'examen des empreintes digitales ou *dactyloscopie*, et l'on nous demande le degré de certitude de cet emploi :

1° Le premier problème se pose, au magistrat chargé de l'instruction d'un crime, à peu près dans les conditions suivantes : l'assassin a laissé sur une vitre, sur un papier, sur une bouteille, la trace de ses doigts ou de l'un d'eux seulement, le pouce par exemple. C'est une *pièce à conviction*. Il s'agit de l'utiliser. Le magistrat a devant lui un inculpé : il confronte ses empreintes digitales à celles qui ont été recueillies sur le lieu du crime ; s'il y a concordance c'est une présomption que le prévenu est bien l'assassin. Que vaut cette présomption ? La conclusion est-elle légitime ? Dans quelle mesure l'est-elle, et avec quelles précautions? Quelle est, en un mot, la valeur du dessin digital comme *pièce d'identification ?* Telle est la première question qui se pose à propos de la dactyloscopie : et en pratique, elle se pose assez fréquemment.

2° Il y en a une seconde qui se présente non plus au juge d'instruction et au jury criminel mais au magistrat de police judiciaire, et cette fois

d'une manière habituelle et constante. Tout détenu, en effet, passe au Service anthropométrique; la police judiciaire conserve son signalement et, par exemple, son signalement dactyloscopique. Lors donc qu'un malfaiteur vient à tomber dans les mains de la justice, qu'il dissimule son nom et sa personnalité, il importe de s'assurer s'il n'est point récidiviste, s'il n'a point fourni déjà ses empreintes digitales comme il vient de les fournir à nouveau. On peut supposer qu'il y a là, dans le répertoire du Service d'Identité, parmi des milliers de fiches, celle qui s'applique à cet individu et qui ferait connaître, avec son véritable nom, ses antécédents et son histoire véridique. Comment la trouver? On le pourra si le catalogue des fiches a pu être établi sur les caractères dactyloscopiques, c'est-à-dire si les dessins digitaux se prêtent à une classification systématique, permettant de trouver en quelques minutes, sans incertitude, la fiche qui correspond à telles ou telles empreintes. En est-il ainsi? Quelle est, en un mot, la valeur du dessin digital *comme base du catalogue d'identification judiciaire?* C'est le second point sur lequel le Ministre souhaite d'être éclairci.

Enfin, on nous demande d'indiquer les moyens de contrôle capables de prévenir les erreurs possibles de la dactyloscopie. Ici la réponse est facile. Il existe six méthodes d'identification, c'est-à-dire six catégories de documents auxquelles on peut recourir en vue de fixer l'identité d'un sujet : la dactyloscopie est l'une d'elles. Si elle donne lieu à quelque hésitation, il faut avoir recours aux cinq autres ou au moins à quelqu'une d'entre elles. C'est une règle de prudence scientifique, qui s'impose ici comme ailleurs et qui commande, aussi sûr que soit jugé un procédé de détermination, d'en contrôler et d'en vérifier le résultat au moyen de tous les autres. Cette obligation scientifique se double d'une obligation morale, lorsqu'il s'agit de décider de l'honneur, de la liberté ou de la vie d'un homme. La puissante présomption fournie par la dactyloscopie ne doit évidemment pas être le seul élément du jugement.

II. *Des divers procédés d'identification.* — L'anthropométrie judiciaire fait appel à six espèces de documents que l'on doit, autant que possible, contrôler les uns par les autres et qui sont tirés : 1° de la mensuration du corps, de la tête et des membres (méthode anthropométrique proprement dite); 2° de la colorimétrie de l'iris; 3° de la photographie ordinaire; 4° du procédé de diagnose abrégée que l'on appelle *le portrait parlé;* 5° de la description des particularités individuelles, difformités, tatouages et cicatrices; 6° enfin de la dactyloscopie ou examen des empreintes digitales.

Le Service d'Identité de Paris les utilise tous sans exception. La fiche pari-

sienne est une fiche universelle; elle répond à tous les besoins : elle est complète. A cet égard, le Service parisien possède une supériorité indiscutable sur les Services de la plupart des autres pays. Beaucoup de ceux-ci, en effet, n'utilisent qu'un petit nombre des documents qui viennent d'être énumérés. Les Républiques sud-américaines et l'Inde anglaise emploient le procédé dactyloscopique à l'exclusion de la mensuration anthropométrique de M. Bertillon, de la colorimétrie et de la photographie ordinaire; d'autres États, comme l'Allemagne et l'Autriche, attribuent une égale importance aux mesures anthrop métriques et aux empreintes digitales : d'autres subordonnent celles-ci à celles-là.

Chacune des six méthodes d'identification a son rôle spécial, son champ d'application particulier : chacune répond à quelqu'un des besoins variés de l'investigation judiciaire. Il est clair, avant toute explication, que les procédés les plus précis d'identification, à savoir la mensuration anthropométrique et la dactyloscopie, ne sont applicables qu'après arrestation. Il faut avoir saisi le malfaiteur ou le sujet suspect pour pouvoir mesurer son crâne, son envergure ou sa coudée, pour prendre ses empreintes digitales ou examiner les cicatrices, les tatouages et les autres marques indélébiles qui siègent le plus souvent sur des parties du corps couvertes par les vêtements. Mais, précisément, pour se saisir de l'individu soupçonné, il faut que l'agent le reconnaisse; qu'il en possède le signalement précis vérifiable à distance. C'est à quoi servent surtout la photographie et le *portrait parlé*.

Il y a un art d'utiliser l'image photographique pour la confrontation et les officiers de police, à Paris surtout, y sont exercés. De même les agents sont exercés à l'application du procédé d'identification à distance qui constitue le *portrait parlé*. Celui-ci est un signalement. C'est une description physique de l'individu infiniment plus précise et circonstanciée que celle des passeports, des permis de chasse ou des livrets militaires. C'est en quelque sorte une photographie parlée qui peut se télégraphier en un instant dans toutes les directions, aux polices des grandes villes et des ports d'embarquement, et parer ainsi à la fuite et à l'évasion des criminels. Le portrait parlé bertillonien, plus ou moins imité dans tous les Services qui utilisent ce procédé, est une description de l'individu, faite en signes convenus et abréviatifs, de manière à constituer une formule aussi courte que possible. Elle indique la forme du visage, son contour général, les caractères de la bouche, du menton, des sourcils, des paupières, des rides; elle donne surtout une notation exacte des particularités de toute espèce, offertes par deux organes : le nez et l'oreille droite. Il faut, naturellement, que les officiers de police

judiciaire et les magistrats aient été exercés à cette observation pour être mis en état de lire, de rédiger ou d'utiliser correctement les formules du portrait parlé. Des cours professés à la Direction du Service d'Identité ont préparé les agents à remplir convenablement leur rôle.

Ainsi, chaque procédé d'identification a ses indications, offre ses avantages, ses inconvénients, ses limites d'usage. Les directeurs des Services d'Identité judiciaire et les médecins légistes les connaissent bien. Ils savent, par exemple, que la photographie simple est un bon document signalétique, précieux pour la reconnaissance et la filature des criminels, mais qu'elle se prête mal au classement et qu'il serait impossible au magistrat qui aurait devant lui un individu d'en retrouver la photographie parmi les vingt ou trente mille qui composeraient la collection judiciaire. Ils savent encore que la colorimétrie des iris se prête mieux au classement et à la recherche des fiches et que M. A. Bertillon l'a employée avec profit pour l'identification des femmes et des enfants, mais qu'elle offre les inconvénients d'exiger une éducation préalable, de présenter des cas embarrassants, d'être de peu de ressource chez certaines populations où la couleur des yeux ne présente pas la variété qu'elle offre chez les nations européennes. Et ainsi de tous les autres procédés. L'histoire n'en est pas à refaire. Elle est écrite dans des Mémoires spéciaux, dans les Traités de Médecine légale, dans les Recueils d'Anthropologie criminelle. Elle a donné lieu, en particulier en France, de la part de M. Bertillon, puis de la part de l'École médicale lyonnaise dirigée par M. Lacassagne, à une foule de publications critiques dont les auteurs, MM. Coutagne, Florence, Forgeot, Frécon, Locard, Yvert, n'ont laissé aucun point dans l'obscurité.

Il n'appartient pas à la Commission de l'Académie des Sciences de reproduire tout ce qui a été dit, écrit et discuté sur ce sujet. Il lui suffira d'insister sur les deux conclusions les plus générales :

La première, c'est que, au point de vue de la vérification de l'identité, les indications les plus décisives sont fournies par les dactylogrammes, d'une part, et, de l'autre, par l'examen des marques indélébiles, traumatiques, pathologiques, tératologiques, naturelles ou volontaires, tatouages et cicatrices.

La seconde, c'est que, au point de vue de la police judiciaire, pour l'établissement du répertoire de la population criminelle, il n'y a que deux procédés en présence, la dactyloscopie, d'une part, la mensuration anthropométrique de M. A. Bertillon, de l'autre. C'est tantôt la mensuration anthropométrique qui est la clef du système de classification; d'autres fois

c'est la dactyloscopie; d'autres fois, enfin, il y a un système dualiste où la division primaire est anthropométrique et les divisions secondaires dactyloscopiques. Nous sommes, à cet égard, dans une période de transition, mais il n'est pas douteux que la marche des événements semble conduire à la substitution progressive de la dactyloscopie à la mensuration bertillonienne.

§ I. — *Des empreintes digitales dans l'instruction criminelle.*

On vient de voir que les préoccupations qui s'imposent aujourd'hui aux criminalistes, et dont la lettre ministérielle semble un écho, sont de deux ordres. Il s'agit des applications des méthodes d'identification, et particulièrement de la dactyloscopie, d'une part à l'instruction criminelle, d'autre part à la police judiciaire. Ces deux points doivent être examinés isolément.

Les procédés d'identification ont quelquefois un rôle important à remplir dans l'instruction criminelle. Ils ont servi fréquemment à affirmer la culpabilité d'un prévenu d'après la nature des traces qu'il a laissées sur le lieu du crime, sur les objets qu'il a touchés ou sur le corps même de la victime. Ces signes révélateurs, empreintes des doigts des mains, des ongles et des dents, sont comme autant de stigmates attestant l'auteur du forfait et prévalant contre toute dénégation de sa part. Il a suffi quelquefois d'analyser avec une méthode rigoureuse quelques-unes de ces empreintes, et de les comparer à d'autres, pour établir sans hésitation l'identité d'un coupable ou l'innocence d'un accusé.

Les stigmates les plus précieux pour cet objet sont les empreintes des doigts. L'empreinte du doigt, a-t-on dit, est « la signature de celui qui l'a faite ». On trouve dans les annales judiciaires des exemples remarquables d'assassins découverts et identifiés grâce aux empreintes digitales laissées sur une vitre, sur un papier, sur une bouteille. — Dans un cas célèbre, l'empreinte des doigts sur une vitre de médaillier que l'assassin avait essayé de faire sortir de son châssis en la saisissant, après l'avoir cassée, entre le pouce d'un côté, l'index, le médius et l'annulaire de l'autre, permettait à M. A. Bertillon de fournir, bientôt après, le nom, le portrait et le signalement complet de l'auteur du crime (1). Les tours de force de ce genre dépassent ceux des héros des romans judiciaires, du M. Lecoq de Gaboriau et du Sherlock Holmes de Conan Doyle. Il y en a de tels à l'actif de tous

(1) A. Niceforo, *La police et l'enquête judiciaire scientifique*, 1907, p. 126.

les bureaux d'identité judiciaire de l'Europe. M. Becker, de Dresde, retrouve un assassin grâce aux empreintes sanglantes laissées sur un poteau de bois; M. Reiss (de Lausanne) décèle un cambrioleur par les traces des doigts laissées sur une masse de mastic de vitrier. Lors du triple assassinat commis le 24 novembre 1906 à Puyoo, dans les Basses-Pyrénées, les magistrats trouvent trois verres et deux bouteilles entamées sur lesquels sont imprimées des traces de doigts. Le dessin reproduit exactement les empreintes du prévenu : M. A. Bertillon affirme la concordance. L'accusé nie énergiquement; l'avocat soulève des doutes; le jury condamne.

Ne peut-il pas y avoir d'erreur? Est-on fondé à affirmer l'absolue spécificité des empreintes digitales? Ne peut-il pas exister plusieurs sujets dont les dessins digitaux soient les mêmes? C'est la question qui nous est posée et à laquelle nous devons répondre en nous fondant sur l'état présent des constatations scientifiques.

Déjà, à la vérité, un sentiment très général nous incline à préjuger le résultat. L'identité absolue nous apparaît comme une conception de l'esprit excluant toute réalisation pratique. Comme il ne semble pas y avoir dans la nature deux objets rigoureusement identiques; comme il serait impossible de trouver deux feuilles d'arbre exactement superposables dans tous leurs détails, contours et nervures; ainsi, on est porté à croire que les dessins complexes et délicats formés par les lignes papillaires aux extrémités des doigts doivent avoir pour chaque individu un caractère spécifique et personnel. Mais c'est seulement une étude approfondie et méthodique qui peut décider ce point et transformer le préjugé en vérité certaine.

Les premiers documents pour cette étude remontent fort loin. De temps immémorial les empreintes digitales ont servi de sceau chez certains peuples de l'Extrême-Orient. La pratique de l'apposition du pouce sur un contrat ou une charte écrite, sur un sceau de cire ou de laque molle, a été signalée à Siam et au Cambodge par M. J. Harmand, autrefois consul à Bangkok et ambassadeur honoraire. En Chine, d'après Galton, le même cérémonial constituerait un geste symbolique plutôt qu'une véritable signature. M. A. Niceforo, professeur aux Universités de Lausanne et de Naples, a rapporté quelques exemples de l'usage qui a été fait des empreintes digitales avant qu'elles fussent utilisées par les services d'identité judiciaire. J.-W. Herschell, haut fonctionnaire de l'administration civile anglaise au Bengale; vers le milieu du XIXe siècle, a systématiquement employé pendant près de 40 années l'empreinte du pouce comme un sceau destiné à authentifier les actes publics, trop souvent sujets à être falsifiés. Ailleurs,

dans l'Amérique du Sud, des directeurs de banques, pour se protéger contre les faux mandats, ont ajouté à leur signature l'empreinte d'un de leurs doigts.

L'étude scientifique et méthodique des dessins digitaux a été inaugurée en 1888 par un savant anglais, Francis Galton, qui avait eu connaissance de la pratique de J.-W. Herschell. Ses deux Mémoires, qui ont paru de 1889 à 1891, sont devenus le point de départ des applications judiciaires de la dactyloscopie : ils contenaient à la fois une analyse et une classification (d'ailleurs un peu compliquée) des empreintes digitales. En France, M. Féré simplifia la notation de Galton; M. Testut modifia dans le même sens sa classification. Un travail du même genre a été accompli en Angleterre par M. E.-K. Henry en 1901; en Allemagne par Windt et Kodicek en 1904; en Indo-Chine par M. Pottecher; à La Plata par Juan Vucetich (1903-1904). De là autant de systèmes de classification qui sont devenus les bases respectives des répertoires dactyloscopiques en usage dans les différents pays.

Rien n'est plus facile que de recueillir les empreintes digitales, c'est-à-dire d'obtenir les dactylogrammes. On applique le doigt (préalablement lavé) sur une plaque de zinc recouverte au rouleau d'une mince couche d'encre d'imprimerie, et on le reporte ensuite sur le papier en le roulant avec précaution d'un côté à l'autre (*empreinte roulée*). On peut procéder d'autre façon en appuyant légèrement la pulpe digitale sur un papier ou un verre enfumés, et en fixant ensuite au vernis le dactylogramme ainsi obtenu. Un fait extrêmement intéressant, et encore peu connu en dehors des médecins légistes, a été découvert en 1891 par M. le Dr Forgeot. Cet observateur a constaté que toutes les surfaces, et le papier surtout, conservent en quelque sorte, à l'état latent, la trace des doigts, même propres, qui s'y sont posés. Il faut seulement révéler ces traces imperceptibles dues, ainsi que l'a montré M. Aubert, à un dépôt extrêmement léger et invisible de la matière grasse (*sudorates*) ou des sels contenus dans la sueur qui subsiste aux orifices des glandes sudoripares, orifices dont la disposition reproduit la figure même des dessins papillaires digitaux. La révélation de ces empreintes latentes peut se faire en étalant sur le papier touché une teinte plate d'encre et en lavant ensuite. D'autres révélateurs ont été proposés par M. Coulier, par M. Poitevin, par M. Florence. Ils ont pour effet de faire surgir sur une surface, nette en apparence, l'empreinte inattendue qui accuse le contact, parfois très ancien, d'une main humaine.

Les anatomistes du XVIIe siècle, Malpighi, Ruysch, Albinus, avaient remarqué les spires et les tourbillons papillaires qui ornent la pulpe des doigts chez l'homme. Ils reconnurent l'existence de dessins plus ou moins analogues, à la pulpe des orteils, à la paume des mains, à la plante des pieds, sous la lame cornée des ongles, sur les organes génitaux et en diverses autres régions du corps. Les dispositions du même genre se retrouvèrent chez les animaux : aux lèvres et aux narines des mammifères, sous le pied du bœuf et aussi chez les oiseaux. Mais nulle part ces dessins n'offrent la régularité, la finesse et la richesse qu'ils présentent sur les phalanges des doigts chez l'homme.

Les anciens anatomistes se contentèrent d'admirer ces sortes de filigranes déliés, ces courbes parallèles ou confluentes, en arceaux, en amandes, en raquettes, en spirales, en ovales, en cercles concentriques : ils ne cherchèrent point, ayant mieux à faire, à les classer, à les grouper, en un mot à trouver la clef de leur diversité graphique. Il faut arriver pour cela au XIXe siècle. Le célèbre anatomiste de Breslau, Purkinje, en 1823, décrivit les dessins les plus ordinaires et en montra l'intérêt. Sous la direction de Gratiolet, Alix en 1868 en examina les figures et les dispositions d'une manière comparative chez l'homme et chez les singes. Mais, comme nous l'avons dit, c'est Francis Galton qui, de 1888 à 1891 dans son petit laboratoire de South Kensington, en reprit l'étude méthodique et arriva à les classer et à les rendre utilisables. Il rangea, d'après leur forme générale, ces figures, ces dactylogrammes, ceux du pouce, par exemple, dans 41 types, qui pouvaient se subdiviser ensuite d'après les particularités de chaque type. Le nombre de ces types fondamentaux a été réduit à 10 par Testut, à 8 par Pottecher, à 4 par J. Vucetich, à 2 par E.-R. Henry, chef du Service de Londres, par Windt, chef de la police de Vienne, et Kodicek. Celui de ces systèmes qui paraît le plus simple est celui de Juan Vucetich : il est en usage dans la République argentine; il est très analogue à celui qu'a adopté M. A. Bertillon. Il distingue, dans les *lignes directrices*, quatre catégories de formes : l'*arc*, la *boucle interne* (tournée du côté interne ou cubital de la main), la *boucle externe* (tournée du côté externe), le *verticille* ou spirale, désignées respectivement par les lettres A, I, E, V, lorsqu'il s'agit du pouce et par les chiffres 1, 2, 3, 4, lorsqu'il s'agit des autres doigts. La formule A.2431 exprimerait par exemple qu'il y a un arc au pouce, une boucle interne à l'index, un verticille au médius, une boucle externe à l'annulaire, un arc enfin à l'auriculaire. Avec les deux mains, cette notation comporte un nombre considérable de combinaisons réalisables (1048576). Ainsi,

sans entrer dans l'étude détaillée de chaque empreinte et en s'en tenant simplement à la forme générale en arc, en boucle et en spirale pour chaque doigt, forme très facile à reconnaître, on peut créer un répertoire de plus d'un million (4^{10}) de fiches différentes.

Si l'on veut analyser chaque empreinte, la diversité s'accroîtra encore. Il y a lieu, en effet, de distinguer, dans chacun de ces dessins, une foule de particularités qui peuvent être utilisées pour la différenciation. On discerne dans chaque dactylogramme : une ou deux petites figures triangulaires (*triangles d'intersection ou deltas*); des *lignes directrices* qui sont précisément les lignes papillaires partant des deltas. On peut noter aussi un *point central*. En réunissant le *point central* au *delta* on a une ligne qui coupe les lignes papillaires, dont on peut compter ainsi le *nombre*. Il y a enfin, sur le trajet de chacune de ces lignes papillaires, des *points caractéristiques* qui sont les points où *naît* chacune, où elle se *bifurque*, où elle se *dédouble* en anneau, où elle se débite en *points*. Enfin, il y a aussi des anomalies et des particularités accidentelles.

L'examen attentif d'une empreinte donnée (et il y en a 10 pour chaque fiche, pour chaque individu) montre que l'on y rencontre ainsi un nombre de caractères qui varie, en moyenne, de 27 à 55 et au delà. Il en résulte un nombre de déterminations ou de signalements dactylographiques théoriquement illimité et qui pourrait suffire à une population supérieure à celle qui couvre actuellement la surface du globe.

On a appris, en résumé, par ces patientes études que les dessins qui ornent les pulpes digitales, et dont on obtient si facilement des reproductions ou dactylogrammes, sont assez variés dans leurs détails pour fournir matière à une infinité de distinctions et se prêter à un classement. Et c'est là la seconde question que nous aurons à examiner dans un moment. Le point qui doit retenir notre attention en ce moment est relatif à l'usage d'une ou plusieurs empreintes comme pièces d'identification pour l'instruction criminelle.

Il est clair qu'en voyant se multiplier le nombre des particularités distinctives des dactylogrammes, nous voyons diminuer du coup la chance de confusions pouvant s'établir entre les signalements dactylographiques. Si l'on suppute les chances de ces confusions et si l'on veut les exprimer par des nombres, on voit combien faibles et négligeables elles seront à mesure que l'on examinera les empreintes d'un plus grand nombre de doigts, et dans chacune des empreintes un plus grand nombre de particularités. L'identité de plusieurs empreintes chez deux individus différents n'a donc,

contrairement à ce qui a été dit, aucun fondement mathématique. Reste la question de fait.

La disposition des lignes papillaires se lie intimement à la structure de la peau et participe ainsi aux caractères de permanence et de fixité de cette partie de l'organisme. Beaucoup de traits signalétiques du visage et du corps varient au cours de l'existence, et, par exemple, ceux qui tiennent à la saillie des parties molles, au développement et aux relations réciproques du système osseux, la saillie du nez, la couleur des cheveux, etc. Le dessin des lignes papillaires n'appartient pas à cette catégorie de traits variables et transitoires : il apparaît avant la naissance dès que le derme se constitue; il résiste à tous les accidents qui atteignent l'épiderme, brûlure, vésication, etc.; il persiste après la mort jusqu'à la désorganisation de la peau. C'est donc un caractère précoce et permanent, c'est-à-dire profondément inscrit dans l'organisation individuelle.

C'est là ce que nous ont appris les anatomistes, anciens et récents. Nous avons dit qu'ils ne s'étaient point préoccupés, jusqu'à Purkinje, en 1823, à décrire minutieusement les filigranes plus ou moins élégants, elliptiques, paraboliques, en fronde ou en boucle des lignes papillaires. Ils avaient mieux à faire, pour leur temps. Ils avaient à reconnaître à quelle particularité de structure était dû cet aspect si spécial de la peau de certaines régions qui sont celles où précisément le sens tactile localisé dans les éminences papillaires acquiert sa plus grande acuité. Il fallait connaître tout ce qui est relatif à ces papilles, à leurs rapports avec les vaisseaux sanguins et avec les nerfs, à leur nombre, à leur taille, à leur distribution, à leurs relations avec les orifices des glandes sudoripares, à toute leur anatomie, en un mot. Toutes ces connaissances, qui forment, en quelque sorte, la base scientifique de la dactyloscopie, ont été acquises par les travaux des anatomistes et c'est par là que la dactyloscopie rentre, peut-on dire, dans le cadre des Sciences représentées dans notre Académie.

De tout ce travail il ne convient de rappeler que les résultats qui se rattachent directement au problème de la spécificité et de la permanence des lignes papillaires.

La peau humaine, même chez les personnes où elle semble le plus unie, est en réalité très inégale : le grossissement de la loupe y révèle des reliefs et des creux, des mamelons isolés ou réunis qui répondent, au-dessous de la couche épidermique, à des saillies du derme (*saillies papillaires*). Lorsque après la mort, dans les parties humides, l'épiderme se sépare du derme, ces saillies papillaires apparaissent plus nettes, plus évidentes, plus mar-

quées, parce que le relief n'est plus atténué par ce que l'on pourrait appeler le dépôt ou l'alluvion épidermique. Cette organisation du derme, traduite à la surface de la peau par les saillies correspondantes de l'épiderme, est achevée au sixième mois de la vie intra-utérine : elle ne subira plus de changement au cours de l'existence : la peau s'étendra en restant semblable à elle-même et tout ce qui est relatif à la distribution des nerfs et des vaisseaux dans les excroissances du derme, c'est-à-dire dans les papilles sanguines ou nerveuses, est dès lors acquis une fois pour toutes.

Dans la plupart des régions, la distribution irrégulière et compliquée des papilles ne se prête point à une utile description. Mais, dans certaines parties du corps, ce désordre apparent fait place à un arrangement systématique. Aux pieds, aux mains, et particulièrement à l'extrémité des doigts, la disposition réciproque des saillies et des dépressions se régularise; les éminences papillaires s'ordonnent; couplées par deux, elles forment une chaîne; elles s'alignent en séries continues (*crêtes papillaires*) qui dessinent, à la surface de la peau, les courbes élégantes que l'on connaît. Ces lignes papillaires s'assemblent parallèlement les unes aux autres, laissant entre elles des sillons (*sillons interpapillaires*) qui en reproduisent, conséquemment, les figures. C'est vers le sommet de la crête papillaire, au milieu du col peu profond qui sépare les pics accouplés, que viennent déboucher les conduits sudoripares, comme autant de cheminées volcaniques amenant le liquide des profondeurs : de telle sorte que la ligne des cratères sudoripares reproduit, elle aussi, le dessin papillaire et que le doigt humide donne une image digitale identique à l'estampage, à l'intaille, à l'empreinte, ou à l'impression que l'on obtient par d'autres moyens, par l'application sur une masse molle, par la pression après encrage sur une surface polie. Tous ces *dactylogrammes* représentent également l'ornementation des pulpes digitales : ils constituent le matériel de la dactyloscopie.

Il est permis d'affirmer, d'après cela, que les dessins digitaux sont tout autre chose qu'une particularité de structure superficielle, accidentelle, capricieuse. Les dactylogrammes sont, de par l'anatomie, spécifiques et individuels, formant chez chaque sujet, pour l'ensemble des doigts et pour chacun d'eux, un dessin qui est propre à l'individu, qui lui est particulier et possède une valeur signalétique incontestable.

L'expérience a vérifié ces déductions anatomiques. Elle a confirmé la stabilité, l'immuabilité des lignes papillaires au cours de l'existence. J.-W. Herschell a comparé, à 28 années d'intervalle, les empreintes digitales de son pouce droit : elles concordaient parfaitement. A plusieurs reprises,

le même observateur a recueilli, à différents âges, les empreintes du même doigt (index) d'un même sujet, de l'enfance à l'adolescence, de la maturité à la vieillesse. F. Galton a soumis à un examen spécial ces dactylogrammes d'Herschell pour huit individus : il en a établi la concordance non seulement au point de vue de la forme générale, mais des plus petites particularités (telles que confluences, bifurcations, points), au nombre de 37, en moyenne, pour chaque empreinte. R. Forgeot et d'autres observateurs ont fait des constatations analogues : aucun n'en a fait de contraires. On a pu trouver (Marius Tissot, d'Annecy) des changements, au cours des années, dans la disposition de ce que l'on appelle les *lignes de la main*, qui sont l'objet de l'attention particulière des chiromanciens et qui représentent des plis musculaires déterminés par les mouvements de la main; on n'en a point trouvé dans les *lignes papillaires* qui nous occupent ici et qui ont une tout autre origine. Toutes les observations établissent que le dessin digital, déjà complètement développé au sixième mois de la gestation, demeure immuable : il croît, à la vérité, parallèlement au reste de l'organisme, mais il ne subit, avec la croissance, qu'une sorte d'agrandissement qui laisse la figure semblable à elle-même, et qui ne fait qu'espacer les lignes d'abord plus pressées : leurs détails, leurs directions, leurs ramifications, leurs confluences, leurs interruptions sont immuables.

Les traumatismes, les brûlures, lorsqu'elles sont profondes, peuvent détruire, avec une partie du derme, les papilles correspondantes, elles n'en changent point la figure. A. Yvert cite le cas d'un récidiviste qui, pour éviter l'épreuve dactyloscopique qui devait le faire reconnaître, n'hésita point à tremper ses mains dans l'eau bouillante. Après guérison on retrouva ses empreintes digitales telles qu'auparavant. Le Dr Locard s'est brûlé de même avec le fer rouge, l'huile chaude : la pellicule qui couvre la phlyctène conserve le dessin primitif dont elle constitue un véritable estampage : le derme sous-jacent, à ce moment et après guérison, reproduit le même dessin.

Le caractère individuel du dactylogramme ne ressort pas moins clairement de toutes les observations faites jusqu'à ce jour. Et elles sont nombreuses, puisque les empreintes digitales sont utilisées comme signalement depuis l'Inde anglaise jusqu'à la République Argentine en passant par l'Egypte, l'Angleterre et le Brésil. Pour l'Indo-Chine seulement il y avait à Saïgon, en 1904, 120000 fiches d'individus différenciés uniquement par leurs dessins digitaux; en Egypte, les *fellahin*, domestiques femmes et prostituées, ont une carte d'identité avec empreintes digitales qui suffit à dépister

toute tentative de substitution. La pratique, après la théorie, montre donc que chaque personne possède une individualité dactyloscopique et que son signalement est contenu dans la formule autographique qui exprime la disposition de ses lignes papillaires.

Les sujets mêmes chez qui l'on pourrait s'attendre à trouver une très grande ressemblance des empreintes digitales trompent cette attente. M. Forgeot s'est assuré que les empreintes diffèrent chez les différents membres d'une famille; même dans le cas d'alliances consanguines rapprochées, les dessins papillaires depuis les grands parents jusqu'aux petits enfants sont aussi dissemblables qu'entre étrangers. Et cette observation tranche, en même temps, et par la négative, la question de transmission héréditaire.

L'empreinte digitale est donc une sorte de signature corporelle dont la falsification n'est pas à craindre. C'est la conclusion qui se dégage de tout ce qui précède : aucune voix ne la conteste; aucune publication scientifique, à notre connaissance, ne l'a contredite. L'Académie peut donc, en réponse à la première question posée par M. le Ministre de la Justice, l'assurer de la valeur signalétique des empreintes digitales et exprimer son sentiment dans les termes mêmes qu'employait, dès 1893, M. Alphonse Bertillon dans ses *Instructions signalétiques* : « Je ne conteste pas que les arabesques filigranées que présente l'épiderme de la face antérieure du pouce ne soient, à la fois, fixes chez le même sujet et extraordinairement variables d'un sujet à un autre, et que chaque individu ne possède là une espèce de sceau originel et bien personnel. »

§ II. — *Du rôle de la Dactyloscopie en police judiciaire.*

Le haut caractère de spécificité et de stabilité des empreintes digitales en fait, comme on vient de le voir, une *pièce à conviction* extrêmement précieuse en instruction criminelle pour contribuer à établir l'identité d'un criminel. Il s'agit maintenant du second problème, à savoir : de la valeur de ces empreintes comme base d'un classement de la population délinquante. La valeur signalétique d'un caractère n'entraîne pas nécessairement sa valeur classificatrice : une photographie, une marque indélébile peuvent être de bons signes de reconnaissance; elles ne se prêtent pas à la formation d'un répertoire.

La seconde question, connexe à la première, ne se confond donc pas avec elle et doit être l'objet d'un examen particulier.

Il existe dans tous les pays policés, en Europe, en Amérique, en Égypte, dans les Indes, en Indo-Chine, un Service d'*Identification* judiciaire. C'est un instrument indispensable aux mains de la magistrature et de la police. La société, pour lutter contre l'armée du désordre, a besoin de tenir registre de tous les individus qui la composent, de tous ceux qui s'y engagent chaque jour et qu'une première condamnation désigne pour des récidives futures. Il faut que la police puisse les surveiller, les suivre dans leurs pérégrinations, les reconnaître sous les grimages et les travestissements qu'ils adoptent, et leur restituer leur personnalité réelle et leur état civil véritable en dépit de leurs dénégations. Il devient donc nécessaire de posséder un système de fiches contenant la description de tous les individus ayant eu maille à partir avec la Justice. Ce catalogue doit être organisé de telle façon que le magistrat de police puisse sûrement, facilement et rapidement identifier (*cito, tuto* et *jucunde*) chaque prévenu, c'est-à-dire retrouver, parmi des milliers d'autres, la fiche qui le concerne et, par elle, reconstituer son état civil et son casier judiciaire.

Le problème à résoudre n'est pas sans analogie avec celui qui se pose au naturaliste classificateur. Celui-ci doit trouver dans l'organisation des animaux ou des plantes des moyens de distinguer chaque espèce au milieu de toutes les autres. Une classification artificielle, un *Systema Naturæ* ou un *Genera Plantarum,* est un *système d'identification :* la diagnose d'une espèce une sorte de fiche signalétique. Il ne faut donc point s'étonner que ce soient des naturalistes, des anthropologistes, qui aient posé les principes de l'identification judiciaire : c'est Alphonse Bertillon exécutant ses mensurations, dès 1882, dans le premier bureau anthropométrique; c'est Francis Galton instituant, 7 ans plus tard, dans son laboratoire de South Kensington, la méthode dactyloscopique.

L'initiative, en cet ordre de choses, appartient donc à Alphonse Bertillon. Et il convient doublement de lui en faire honneur, car il a à la fois inventé de toutes pièces cette sorte de *Genera Sceleratorum* et il a présidé à sa mise en pratique. Le bureau qui fonctionnait officieusement depuis 1882, avec des résultats excellents, devint en 1888 le Service officiel de l'Anthropométrie judiciaire. L'exemple fut imité successivement dans les autres pays. La plupart adoptèrent purement et simplement la méthode Bertillon. C'est un système très complet, qui utilise toutes les catégories de documents : mesures métriques, couleur de l'iris, portrait photographique, signes particuliers, tatouages et cicatrices; et enfin les empreintes digitales. Mais la dactyloscopie postérieurement introduite n'y remplit qu'un office secon-

daire, celui d'un élément de contrôle. Le rôle principal appartient à la mensuration anthropométrique. Celle-ci est la clef du système, l'élément du classement. C'est d'après les mesures du corps, de la tête et des membres que les fiches sont groupées et classées et qu'est organisé ce vaste répertoire de la population délinquante.

Aucune objection grave d'ordre scientifique ne peut être adressée à ce système : il offre le maximum de sécurité et de garantie contre l'erreur. Les reproches dont il a été l'objet et qui ont arrêté sa diffusion universelle et amené dans quelques cas sa rétrogradation sont d'un autre ordre : ils visent des défauts de simplicité, de commodité, de généralité, de célérité : ils sont tirés de la nécessité d'un personnel instruit et nombreux pour l'appliquer, de l'étendue des dépenses qu'il exige et qui sont la rançon de ses qualités. Tel qu'il est il fonctionne en France, en Russie, en Belgique, en Suisse, en Roumanie, en Espagne et au Mexique.

Dans l'autre moitié du monde, règne la méthode des empreintes digitales. Au système anthropométrique Bertillon s'oppose le système dactyloscopique Galton. Ici, la considération des empreintes digitales fournit le principe du classement; au lieu de servir simplement d'élément de contrôle, elle est la clef du système. On peut dire qu'elle est quelquefois tout le système, car tout autre document anthropométrique ou colorimétrique est négligé. La *fiche d'identité* ne comporte guère d'autres renseignements que ceux qui sont tirés de l'examen des lignes papillaires des doigts. Sur cette base est constitué le Service d'Identification criminelle dans une partie de l'Italie (Turin), en Angleterre, en Égypte, dans les Indes anglaises, dans la République Argentine, le Brésil, l'Uruguay et le Chili.

Enfin, dans un petit nombre de pays, on a adopté un système intermédiaire. Le document dactyloscopique est employé pour le classement des fiches, concurremment avec la mensuration anthropométrique. C'est le cas pour l'Allemagne, pour l'Autriche et pour le Portugal.

Ce ne sont point, nous le répétons, des considérations purement scientifiques qui sont intervenues dans ce choix. Ce n'est pas le souci d'une certitude plus assurée ou d'une perfection plus grande qui a décidé les magistrats de police à adopter ici la mensuration du corps, là l'examen des empreintes, comme élément fondamental du classement, c'est-à-dire comme clef de voûte du système. Nous avons dit qu'il y avait d'autres raisons tirées de la simplicité, de la commodité, des conditions économiques; il en faut ajouter une dernière qui est tirée à l'état de fait. Car le système parisien, le système Bertillon, était déjà constitué et fonctionnait pleinement depuis plus de

10 ans lorsque la dactyloscopie a fait son apparition. Les pays qui avaient déjà organisé leur service d'identification, établi un répertoire de plusieurs milliers de fiches, avec des cadres de classification très satisfaisants, ne pouvaient songer à faire table rase de toute cette organisation. Tout au moins, avant de bouleverser ce catalogue, aurait-il fallu attendre que la génération de criminels ait disparu, dont les fiches ne portaient pas encore de documents dactyloscopiques. Disons enfin que si, quelque jour, la dactyloscopie doit rendre inutiles les mensurations anthropométriques du corps, de la tête et des membres, les anthropologistes verront avec regret disparaître une mine précieuse de documents utiles à l'histoire de l'homme physique.

Le débat se concentre, au point de vue scientifique, sur la valeur de classification des mensurations anthropométriques d'une part et des empreintes digitales d'autre part. Définissons l'un et l'autre procédé.

L'anthropométrie bertillonienne consiste à mesurer avec toute la précision possible les onze éléments du corps que voici : la longueur de la tête, la largeur, le diamètre bizygomatique (entre les pommettes), la hauteur de l'oreille droite, la longueur du pied gauche, celles du médius gauche et de l'auriculaire gauche, la coudée gauche; enfin, la taille, le buste (taille du sujet assis) et la grande envergure.

La colorimétrie de l'iris fournit un document qui vient s'ajouter à la mensuration anthropométrique. Le procédé consiste à apprécier la couleur de l'iris d'après une gamme de teintes dont l'agent a le modèle devant lui et à la noter en chiffres correspondant à ces différents types.

L'usage des mensurations anthropométriques comme éléments d'identification suppose qu'elles restent constantes. Et cette supposition ne peut valoir naturellement que pour la période de la vie où la croissance est achevée et où le sujet a atteint son plein développement. Les longueurs de ces parties sont en effet réputées invariables pendant l'âge mûr et la vieillesse. Cela est sensiblement exact pour la plupart d'entre elles, mais contestable pour d'autres, par exemple, pour la taille et pour les diamètres craniens. Les variations des parties molles, l'amaigrissement, par exemple, introduisent aussi des changements appréciables (elles peuvent aller jusqu'à 1cm) dans la mensuration du diamètre bizygomatique.

Sous le bénéfice de ces réserves, il n'est pas moins vrai de dire que le système convenablement appliqué, par des agents habiles et exercés, conduit assez sûrement à l'identification des adultes. Les erreurs de mesure ont été notées, et l'application du procédé comporte une table de tolérances

que les agents exercés ne doivent pas enfreindre. Les erreurs sur la taille ne doivent pas dépasser 7^{mm}; sur la grande envergure 10^{mm}; sur le pied et l'avant-bras $1^{mm},5$; sur les diamètres craniens, $0^{mm},5$. Toutefois avec des agents moins intelligents ou moins bien préparés les écarts sortent de cette marge de tolérance. Divers observateurs, Carresco, Quesada, S. Ottolenghi, ont signalé des erreurs beaucoup plus considérables commises par des employés commissionnés. Et c'est là l'une des raisons au moins qui ont amené divers services étrangers, entre autres le service militaire des États-Unis, à renoncer aux mensurations anthropométriques.

Au résumé, ces mensurations varient avec l'âge du sujet surtout chez les jeunes gens, et aussi avec le degré d'habileté professionnelle du mensurateur. La plupart, à la vérité, sont assez aisées à exécuter chez les hommes, mais quelques-unes sont difficiles à obtenir chez les femmes; par exemple, celles des diamètres craniens, à cause de l'embarras ou des incertitudes créés par la masse de la chevelure.

Ces défauts de la mensuration bertillonienne, rachetés d'ailleurs par des facilités merveilleuses, ont été signalés depuis longtemps. Tous ces points ont été examinés et débattus dans des recueils spéciaux, dans les Archives d'Anthropologie criminelle, dans les Ouvrages de Médecine légale; et ces questions fournissent la matière de l'enseignement particulier des chaires de Médecine légale dans les Facultés de médecine ou dans quelques Universités étrangères. Il semble que c'est à cette porte que M. le Ministre de la Justice aurait pu frapper avec plus de profit qu'en s'adressant à l'Académie des Sciences, s'il avait voulu une étude comparée sur la commodité, la sûreté, les avantages et les inconvénients des méthodes d'identification en usage.

En résumé, la mensuration anthropométrique ne fournit point de renseignements utilisables chez les sujets trop jeunes qui, cependant, seraient les plus intéressants à identifier en vue des récidives futures. Au-dessous de 18 ans le procédé est inapplicable. Tout change, en effet, dans le corps humain entre l'enfance et l'âge mûr : le poids, la taille, la longueur des os, les diamètres du crâne. De 18 à 21 ans, il y a encore des modifications notables; il y en a même d'appréciables entre 21 et 25 ans. Dans tous ces cas, la mensuration anthropométrique de A. Bertillon peut être mise en défaut. Chez les femmes, l'application du système présente aussi des difficultés et introduit des erreurs. « Enfin, comme l'a dit M. Locard, la fiche anthropométrique a l'inconvénient d'être longue à établir (à moins de recourir à un personnel nombreux), d'être longue à copier, d'exiger un matériel très complexe, un local spécial et un personnel particulièrement instruit. »

Les imperfections relatives d'un système qui a été très admiré à ses débuts, qui a rendu des services excellents et qui, entre des mains habiles, a compté des succès merveilleux, sont aujourd'hui soulignées par les partisans du nouveau système dactyloscopique.

La considération des empreintes digitales conduit à des méthodes de classification qui n'ont point ces inconvénients. Le nombre de ces dessins (dix pour les deux mains), les variétés de leurs formes, la multiplicité des particularités qu'ils présentent, permettent des divisions et des subdivisions nombreuses. Toutefois, la première méthode de classification, celle de Galton, était d'un maniement délicat et compliqué. Elle comportait quarante et un types créés plutôt dans le but d'analyser les empreintes que de classer des fiches d'identification.

Le nombre de ces formes de départ a été successivement réduit à dix, puis à six, puis à quatre. M. E.-K. Henry, chef de la Commission de police métropolitaine à Londres, a proposé un système de notation et d'enregistrement qui permet de distribuer les fiches de chaque sujet. Ce système fonctionne à Londres et dans le Royaume-Uni. Il vient d'être introduit à Vienne. Toutefois il est beaucoup plus compliqué et moins aisé à pratiquer que celui qui est en usage à Saïgon. Dans l'Indo-Chine il ne fut pas possible d'appliquer la méthode de M. Bertillon : les Chinois protestaient contre la mensuration anthropométrique; ils acceptèrent la dactyloscopie. M. Pottecher, en 1897, créa une méthode d'utilisation des empreintes digitales, fondée sur la considération de huit formes typiques; nous n'avons pas à l'exposer ici; il est seulement permis de dire qu'au point de vue de la simplicité, il constituait un progrès sensible sur celui de Henry.

Mais le progrès définitif semble avoir été réalisé par M. Vucetich, chef du Service d'identification de la République Argentine. Nous avons dit que cet observateur considérait seulement quatre formes très faciles à distinguer et dans chacun des dessins digitaux six espèces de particularités ou points caractéristiques. La division primaire en série est formée par les dessins de la main droite; les divisions secondaires ou sections par ceux de la main gauche. La première subdivision dans la série est déterminée par le pouce (les suivantes par les autres doigts, dans leur ordre de succession, de l'index à l'auriculaire).

Les groupes secondaires se forment aussi facilement et, en fin de compte, le système présente une simplicité, une commodité, une facilité d'emploi qui le recommandent dès à présent à l'adoption de tous les pays qui ont

accueilli le principe dactyloscopique. Une notation, un numérotage extrêmement ingénieux permettent ici de faire servir les empreintes digitales à l'identification judiciaire. *En résumé*, le système dactyloscopique comporte une systématisation suffisamment claire pour être parfaitement pratique.

Dans tous les pays qui l'ont adopté, il a montré sa supériorité sur la méthode anthropométrique d'abord subordonné à celle-ci, puis employé concurremment, il l'a bientôt détrônée. C'est ce qui est arrivé dans l'Inde anglaise, au Brésil et c'est ce qui est en train de se produire en Autriche.

Il n'est pas sujet aux objections adressées au système anthropométrique; il s'applique à tout âge. Dès à présent beaucoup de criminologistes pensent qu'il pourrait utilement servir de base à l'établissement d'une fiche internati nale dont feraient usage les Polices de tous les États civilisés pour la recherche des criminels.

Conclusions. — I. Les empreintes digitales considérées chez un même individu sont immuables depuis le plus bas âge jusqu'à la vieillesse la plus avancée.

Elles diffèrent d'un doigt à l'autre, d'un individu à l'autre. La concordance des empreintes digitales des dix doigts, examinées dans leur forme générale et dans les six espèces de particularités que l'on y distingue, constituerait une presque certitude d'identité. La chance d'erreur serait au-dessous de 1 sur 64 milliards.

La concordance des empreintes de plusieurs doigts ou même d'un seul constitue encore une présomption d'identité, extrêmement forte ([1]). La valeur signalétique de l'empreinte digitale est au moins égale à celle de tout autre ensemble de caractères physiques.

II. La considération des empreintes digitales (dactyloscopie) suffit à l'établissement d'un catalogue méthodique d'identification. Les trois opérations qui concourent à la fixation d'identité et qui consistent à établir la fiche, à la classer et à la retrouver sont particulièrement facilitées dans le procédé dactyloscopique de Vucetich.

Le système dactyloscopique a, sur tout autre, l'avantage d'être applicable aux individus de tout âge, aux enfants, aux jeunes gens, aux adultes et, par conséquent, aux délinquants juvéniles, à la population des colonies

([1]) Il importe d'ajouter, pour exprimer le sentiment de l'Académie, qu'en cet ordre de matières le devoir du Magistrat est de corroborer la présomption, si forte soit-elle, par tous les moyens de contrôle qu'il est possible de mettre en œuvre.

pénitentiaires comme aux récidivistes adultes. Il est le moins coûteux. Son fonctionnement n'exige point un personnel nombreux et long à dresser.

Il tend chaque jour davantage à se substituer à la mensuration anthropométrique.

Il peut être recommandé pour l'établissement d'une fiche internationale, dont feraient usage les polices de tous les États civilisés pour la recherche commune des criminels.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

L'évolution des forces, par M. Gustave Le Bon. (Présenté par M. H. Poincaré.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Courbes algébriques à torsion constante.* Note de M. **Eugène Fabry.**

Une courbe algébrique à torsion constante se déduit de trois polynomes h, k, l, tels que les résidus de $\frac{kh'-hk'}{h^2+k^2+l^2}$ et des fractions symétriques soient tous nuls. M. Darboux a donné (*Comptes rendus*, 13 mars 1905) une méthode qui conduit à des solutions imaginaires particulières et, par suite, à des surfaces réelles applicables sur le paraboloïde de révolution. On peut, par une méthode analogue, obtenir des solutions beaucoup plus générales, réelles ou imaginaires.

Le polynome $h^2+k^2+l^2$ ne doit avoir aucune racine simple, ni triple (*Comptes rendus*, 23 novembre 1896). Supposons toutes ses racines d'ordre pair. On peut alors poser

$$h^2+k^2+l^2=P^2, \qquad \begin{cases} h+ki=AB, \\ h-ki=CD, \end{cases} \qquad \begin{cases} P+l=AD, \\ P-l=BC, \end{cases}$$

A et C étant deux polynomes premiers entre eux, ainsi que B et D. Les fractions

$$\frac{AB(AD)'-AD(AB)'}{P^2}, \qquad \frac{CB(CD)'-CD(CB)'}{P^2}, \qquad \frac{AB(CD)'-CD(AB)'}{P^2}$$

doivent avoir leurs résidus nuls. Une racine simple de P doit annuler les

dérivées de

$$A^2\frac{BD'-DB'}{P'} \quad \text{et} \quad C^2\frac{BD'-DB'}{P'},$$

et aussi l'expression

$$C^2\left[A^2\frac{BD'-DB'}{P'}\right]'-A^2\left[C^2\frac{BD'-DB'}{P'}\right]'=\frac{2AC}{P'}(BD'-DB')(CA'-AC').$$

Toute racine simple de P doit être double pour $BD'-DB'$ ou pour $CA'-AC'$. Et cela suffit pour que les trois résidus de cette racine soient nuls. En particulier, si elle annule A, elle doit annuler B et être triple pour A ou pour B.

Soit n le degré des polynomes h, k, l, P, dont deux peuvent être de degré moindre. P aura n racines, certaines pouvant être infinies. Si ces n racines étaient simples, P serait de degré n ou $n-1$ et $(BD'-DB')(CA'-AC')$, qui est au plus de degré $2n-4$, ne pourrait pas être divisible par P^2. Donc le polynome $h^2+k^2+l^2$ ne peut pas avoir n racines doubles (j'avais déjà démontré ce résultat pour les courbes réelles).

Supposons que P ait $n-2$ racines simples et une racine double, que l'on peut rendre infinie. Par un changement d'axes réel, on peut ramener l à être de degré inférieur à n et AB à être de degré n; D sera de degré inférieur à B et C de degré inférieur à A. Les deux polynomes $(BD'-DB')(AC'-CA')$ et P^2 étant de même degré, on doit avoir

$$\begin{cases} BD'-DB'=Q^2, \\ AC'-CA'=R^2, \end{cases} \qquad 2P=AD+BC=\lambda QR,$$

où λ est constant; QR n'a que des racines simples. On en déduit

$$\left(\frac{D}{B}\right)'=\frac{Q^2}{B^2}, \qquad \left(\frac{C}{A}\right)'=\frac{R^2}{A^2}, \qquad \frac{D}{B}+\frac{C}{A}=\lambda\frac{QR}{AB},$$

$$\frac{AQ}{BR}+\frac{BR}{AQ}=\lambda\left(\frac{Q'}{Q}+\frac{R'}{R}-\frac{A'}{A}-\frac{B'}{B}\right),$$

AQ et BR sont de même degré. Une racine commune à A et Q sera triple pour B et disparaît au dénominateur de $\frac{BR}{AQ}$ et de $\frac{AQ'-QA'}{AQ}$. On aura donc

$$\begin{cases} \dfrac{AQ}{BR}=\mu+\lambda\left(\dfrac{R'}{R}-\dfrac{B'}{B}\right), \\ \dfrac{BR}{AQ}=-\mu+\lambda\left(\dfrac{Q'}{Q}-\dfrac{A'}{A}\right), \end{cases} \qquad (\mu^2=-1, \quad \text{soit} \quad \mu=i),$$

$$\frac{AQ-iBR}{\lambda}=BR'-RB'=i(QA'-AQ'),$$

$\frac{Q^2}{B^2}$ devant avoir ses résidus nuls, une racine simple de B annule $2Q'B' - QB''$ et, dans tous les cas,

$$\lambda(2A'B' - AB'' - BA'') + 2i(AB' - BA') = \frac{A\lambda}{Q}(2Q'B' - QB'' - BQ'')$$
$$= \frac{B\lambda}{R}(2R'A' - RA'' - AR'')$$

serait divisible par AB, ce qui est impossible, car il est de degré moindre.

Donc Σh^2 ne peut pas avoir plus de $n - 3$ racines doubles.

Lorsque P n'a qu'une racine multiple, on peut la rendre infinie et l'on retrouve la méthode de M. Darboux. Si P a plusieurs racines différentes, on doit avoir $n > 3$. Pour $n = 4$, il y a deux solutions distinctes :

$$(1) \qquad \begin{cases} A = t^3, & C = 1 - t^2 D, \\ B = t, & AD + BC = t, \end{cases}$$

D étant du premier degré, et

$$(2) \qquad \begin{cases} A = a + bt + t^2, & C = D = t, \\ B = -a + ct - t^2, & AD + BC = (b + c)\,t^2. \end{cases}$$

Pour $n = 5$, il y a quatre solutions distinctes :

$$(3) \qquad \begin{cases} A = t^3 Q, & \\ B = t, & AD + BC = at, \\ C = a - DQt^2, & \end{cases}$$

D et Q étant du premier degré, pour que $n = 5$.

$$(4) \qquad \begin{cases} A = t^3, & \\ B = t + at^2, & AD + BC = t, \\ C = 1 - at + t^2 Q, & \\ D = a^2 - (1 + at)\,Q, & \end{cases}$$

Q étant du premier degré.

$$(5) \qquad \begin{cases} A = a(1 + t) + bt^2, & \\ B = a(-\frac{1}{3} + t + t^2) + bt^3, & AD + BC = \frac{b}{3}t^2, \\ C = 1 + t, & \\ D = \frac{1}{3} - t - t^2, & \end{cases}$$

$$(6) \qquad \begin{cases} A = a(1 - 3t^2) - 3t + t^3, & \\ B = \frac{1}{b}(-2 - 3at + t^2), & AD + BC = -2(1 + t^2), \\ C = b(1 - 3t^2), & AC' - CA' = 3b(1 + t^2)^2. \\ D = 3t, & \end{cases}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de l'équation différentielle* $y' + A_2y^2 + A_3y^3 = 0$. Note de M. **Pierre Boutroux**, transmise par M. Painlevé.

L'infini est en général point singulier transcendant pour les intégrales de l'équation

$$(1) \qquad y' + A_0 + A_1y + A_2y^2 + A_3y^3 = 0,$$

où les A sont des polynomes en x. J'ai déjà indiqué (*Comptes rendus*, 18 février 1907) comment l'étude de ce point transcendant pouvait être décomposée : 1° étude d'une branche d'intégrale isolée; 2° étude du mécanisme par lequel les branches s'échangent entre elles. J'ai énoncé de plus quelques lois générales auxquelles obéit la croissance des branches d'intégrale de (1) lorsque x s'approche de l'infini. Je voudrais préciser ces lois, et achever, autant que possible, ce que j'ai appelé *l'étude d'une branche d'intégrale isolée*, me plaçant pour commencer dans le cas particulier où $A_0 = A_1 = 0$. Ce cas est caractérisé, quant à l'essentiel, par les circonstances suivantes :

Appelons *caractéristique* toute branche d'intégrale suivie à partir d'une valeur initiale donnée le long d'un chemin *rectiligne*, et regardons une branche d'intégrale (au sens restreint) comme constituée par l'ensemble des caractéristiques issues d'un point initial fixe x_0 avec une valeur initiale déterminée y_0. *Si le module de* y_0 *est assez grand, la branche d'intégrale de*

$$(2) \qquad y' + A_2y^2 + A_3y^3 = 0 \qquad (A_2 \text{ et } A_3 \text{ polynomes en } x)$$

que définit cette valeur ne présente qu'une pluralité finie de points critiques dont le nombre est déterminé par les degrés des polynomes A_2 *et* A_3.

Pour établir ce fait, et pour étudier en détail l'allure d'une branche d'intégrale de (2) au voisinage de $x = \infty$, il y a lieu de distinguer trois cas, suivant que les degrés m_2 et m_3 des polynomes A_2 et A_3 sont tels que $m_3 \geqq 2m_2 + 2$, $m_3 \leqq 2m_2$ ou $m_3 = 2m_2 + 1$.

Je traiterai dans cette Note le cas $m_3 \geqq 2m_2 + 2$.

L'équation (2) peut s'écrire

$$(3) \qquad y = z^{-1}, \qquad zz' = A_2z + A_3,$$

$$(4) \qquad z = \sqrt{\zeta}, \qquad \zeta' = 2A_2\sqrt{\zeta} + A_3.$$

Nous nous placerons à l'extérieur d'un cercle S de centre O et de grand

rayon r (la valeur de r sera déterminée par diverses conditions énoncées au cours de la démonstration), et nous considérerons une branche d'intégrale ζ qui admette pour point critique un point x_1 de module supérieur à $r^{1+\alpha}$, α étant un nombre positif égal à $\frac{1}{2(m_3+1)}$.

Soit $\frac{a_3}{2}$ le coefficient de x^{m_3} dans A_3.

Nous choisirons r de manière que l'on ait, lorsque $|x| > r$,

$$|2A_3 - a_3 x^{m_3}| < |x|^{m_3-1+\varepsilon}, \qquad |2A_2| < |x|^{m_2+\frac{\varepsilon}{2}} < |x|^{\frac{m_3}{2}-1+\frac{\varepsilon}{2}},$$

ε étant un nombre qui sera arbitrairement petit avec r^{-1}. Suivons alors ζ à partir du point critique x_1 ou $z = \sqrt{\zeta} = 0$.

I. Faisons d'abord *croître* x indéfiniment sur un *chemin direct* (¹) L. Je constate que, *tant que* l'on a sur L l'inégalité

$$(5) \qquad |\zeta| < |x|^{m_3+1+\varepsilon},$$

on en déduit l'inégalité

$$(6) \qquad \left|\zeta(x) - \frac{a_3}{m_3+1}(x^{m_3+1} - x_1^{m_3+1})\right| < 2k|x|^{m_3-\frac{1}{2}+\varepsilon}|x - x_1|,$$

K étant le nombre fini qui figure dans la définition des chemins directs (¹). Or, il est clair que si l'on a pris assez grand le rayon r de ζ, l'inégalité (6) entraîne *a fortiori* l'inégalité (5), quelque grand que soit $|x|$. On en conclut que l'inégalité (6) ne peut cesser d'être satisfaite lorsque x s'éloigne indéfiniment sur le chemin L.

II. Faisons maintenant *décroître* x à partir de x_1 sur un chemin direct, mais ne pénétrons pas dans le cercle Σ qui a pour centre l'origine et pour rayon $|x_1|^{\frac{1}{1+\alpha}}\left[\alpha = \frac{1}{2(m_3+1)}\right]$. Je constate que, si l'on a pris r assez grand, on a, sur le chemin considéré, l'inégalité

$$(7) \qquad \left|\zeta(x) - \frac{a_3}{m_3+1}(x^{m_3+1} - x_1^{m_3+1})\right| < 2k|x_1|^{m_3+\frac{1}{2}+\varepsilon}.$$

(¹) Je définis les chemins directs par la condition suivante : $\bar{x}$ et $\bar{x}'$ étant deux points quelconques d'un chemin direct, le rapport $\frac{\text{longueur arc } \bar{x}\bar{x}'}{|\bar{x} - \bar{x}'|}$ est inférieur à un nombre fixe k, quels que soient $\bar{x}$ et $\bar{x}'$.

Nous interpréterons les deux inégalités (6) et (7) en énonçant la proposition suivante :

Quelque petit que soit δ, *on peut prendre* r *assez grand pour que la branche d'intégrale* ζ *qui s'annule au point critique* x, *soit donnée, sur tout chemin direct extérieur au cercle* Σ, *par l'égalité*

$$(8) \qquad \zeta = \frac{a_3}{m_3+1}(1+\gamma)x^{m_3+1} - \frac{a_3}{m_3+1}x_1^{m_3+1},$$

où $|\gamma| < \delta$.

III. Partons maintenant d'un point x_0 du contour de Σ où $\zeta = \zeta_0$ et suivons ζ àl'intérieur du cercle Σ; nous arriverons au résultat suivant :

Quelque petit que soit δ, *on peut prendre* r *assez grand pour que la branche* ζ (*suivie le long d'un chemin direct quelconque*) *soit donnée à l'intérieur de* Σ *par l'égalité*

$$(9) \qquad \zeta = (1+\gamma)\zeta_0,$$

où $|\gamma| < \delta$.

On voit, d'après cela, que la valeur A prise par ζ à l'origine croîtra indéfiniment en module lorsque x_1 tendra vers l'infini. Considérons alors la *branche d'intégrale* ζ [au sens restreint (voir plus haut)], qui est issue de l'origine avec la valeur initiale A. *Les égalités* (8) *et* (9) *nous donneront, si* $|A|$ *est assez grand, une valeur approchée de la branche* ζ *dans tout le plan.*

IV. Une fois obtenue cette valeur approchée, il nous sera facile de déterminer la situation approximative des points critiques de la branche d'intégrale ζ, et d'établir le résultat fondamental énoncé plus haut :

Soit x_1 un premier point critique de l'ensemble des caractéristiques issues de l'origine avec la valeur initiale A. Considérons les m_3+1 racines de l'équation algébrique $x^{m_3+1} = x_1^{m_3+1}$, et entourons chacune d'elles d'un cercle c de rayon $|x_1|^{1-\beta}$, β étant un nombre positif *inférieur à* $\frac{1}{2}$. Je démontre que *chaque cercle* c *contient un point critique et un seul de l'ensemble de caractéristiques considéré.* Ainsi nous obtenons m_3+1 points critiques; si nous joignons chacun d'eux à l'infini par une coupure rectiligne que x est assujetti à ne pas franchir, *la branche d'intégrale définie par la valeur initiale* A *devient uniforme dans tout le plan.*

Grâce à ces résultats, nous nous trouvons complètement armé en vue de l'étude du mécanisme des échanges de branches entre elles.

SPECTROSCOPIE. — *Sur un mécanisme permettant de maintenir un train de prismes rigoureusement au minimum de déviation.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

La caractéristique du mécanisme dont il s'agit, au point de vue pratique, est de conduire à la construction d'organes dont l'encombrement est réduit au minimum, et dont la simplicité ne le cède en rien à celle des systèmes approchés qui ont été employés jusqu'ici, en spectroscopie, pour maintenir un système de prismes au minimum de déviation.

Tout appareil, propre à réaliser cette condition, doit agir de façon telle que les angles de la ligne polygonale, formée par les bases des prismes, restent toujours égaux quand on déforme le train (1). Or, considérons trois droites AB, BC, CD susceptibles de se mouvoir dans un plan et articulées en B et en C. Calons sur AB une roue dentée, centrée en B, engrenant avec une seconde roue dentée, centrée en C, calée elle-même sur CD. Si les roues sont égales, les angles B et C varient de la même quantité, quand on déforme le système. Ces angles restent donc constamment égaux, pendant le mouvement, s'ils le sont au départ.

D'après cette remarque, les angles de la ligne polygonale déformable, constituée par les bases des prismes, restent nécessairement égaux, s'ils le sont dans une position particulière, à condition de relier les côtés de cette ligne, de deux en deux, par des roues d'engrenage égales.

Le système de liaison, dont je viens de donner une idée, permet donc de réaliser un train de prismes qui se déforme tout en restant constamment dans la position du minimum de déviation.

Il peut y avoir, suivant les différents genres de spectroscopes, des conditions géométriques particulières à observer aux extrémités du train de prismes. On arrive, sans la moindre difficulté, à satisfaire à ces conditions, avec des roues d'engrenage, dont les nombres de dents présentent des rapports convenables (2).

---

(1) Il existe une solution rigoureuse qui consiste à faire passer, par un même point, les apothèmes de la ligne polygonale, formée par les bases des prismes; mais cette solution est purement théorique et ne donne lieu à aucun mécanisme pouvant fonctionner.

(2) Un spectroscope, à retour de rayons, comprenant un train de six prismes, a été construit, d'après ces principes, dans les ateliers de M. Jobin. Cet appareil, réalisé avec une grande perfection, donne toute satisfaction.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'ionisation de l'air par barbotage.* Note de M. **L. Bloch**, présentée par M. G. Lippmann.

L'air qui a barboté à travers l'eau ordinaire, ou mieux à travers l'eau distillée, acquiert une charge *négative*, facile à déceler au cylindre de Faraday.

Cette charge totale négative est la *différence* de deux charges inégales, l'une négative, l'autre positive, qu'on peut recueillir séparément à l'électromètre, en reliant celui-ci à un condensateur cylindrique traversé par le gaz. Si l'électromètre est relié à l'électrode centrale, il recueille une charge de signe contraire à celui de l'électrode.

L'existence dans le gaz de charges *des deux signes* montre que l'air, après barbotage, est non seulemeut électrisé, mais ionisé. L'intensité d'ionisation augmente très vite avec la pression sous laquelle se fait le barbotage. Elle est faible aux faibles pressions, même quand le débit est grand.

Les ions produits dans l'air par barbotage *n'ont pas tous la même mobilité*. Si l'on détermine les mobilités par la méthode de Zeleny, on obtient des courbes avec un maximum assez net, mais qui s'abaissent ensuite vers l'axe des x beaucoup plus lentement que les courbes théoriques. On s'est toujours servi du maximum pour déterminer la mobilité des ions. Les nombres ainsi trouvés correspondent aux ions qui sont à la fois les plus nombreux et les plus mobiles.

Le barbotage de l'air dans l'eau distillée donne naissance à des ions de mobilité assez grande, *de l'ordre de* 1^{mm}-2^{mm}. Ces ions se rapprochent donc plus des *petits ions* produits par les rayons Röntgen (mobilité 1^{cm}) que des *gros ions* produits par les flammes et par le phosphore (mobilité $\frac{1}{300}$ de millimètre).

L'existence de gros ions (en faible proportion) n'est pas exclue par ce qui précède. Elle résulte, au contraire, de l'allure même des courbes de Zeleny.

Dans le cas de l'eau distillée, il y a une *dissymétrie* entre les deux sortes d'ions. Les ions négatifs ont une mobilité voisine de $1^{mm},15$, les ions positifs une mobilité voisine de $0^{mm},80$.

Si l'on passe de l'eau distillée à l'eau acidulée par l'*acide sulfurique* (1^{mol} par litre), on constate que :

1° L'air entraîne une charge totale *positive*;

2° Cette charge est encore la *différence* de deux charges individuelles beaucoup plus notables;

3° Les mobilités pour les ions des deux signes sont devenues *très faibles*. Elles sont de l'ordre de $\frac{1}{300}$ de millimètre, c'est-à-dire identiques à celles des gros ions;

4° L'inégalité de mobilité en faveur des ions négatifs n'existe plus; lorsqu'on dilue progressivement la solution normale d'acide sulfurique, on observe une *augmentation continue des mobilités* jusqu'aux valeurs qui correspondent à l'eau pure.

En même temps, le signe de la charge totale, d'abord positif, se renverse pour une dilution convenable, et l'on retrouve l'effet négatif dû à l'eau pure.

Le *point neutre* ou *point d'inversion* correspond à une teneur en poids de 0,00076. En ce point, l'air transporte une charge positive et une charge négative *égales*.

L'acide sulfurique pur bouilli donne les mêmes effets que l'acide simplement normal. Les mobilités obtenues sont encore un peu plus faibles.

L'acide chlorhydrique se comporte d'une manière analogue à l'acide sulfurique. Si l'on part d'une solution normale, la charge totale est positive, mais les mobilités sont déjà de l'ordre de $0^{mm},052$. Le point d'inversion correspond à la solution $\frac{1}{80}$ normale.

L'ionisation due au barbotage est fortement influencée par la *température*. Dans le cas de l'eau pure, un abaissement de température depuis 13° jusqu'à 6° entraîne : 1° une *diminution* notable de l'ionisation; 2° un changement dans la *répartition* des mobilités; 3° un léger *accroissement* de la mobilité moyenne.

PHYSIQUE. — *Électrolyse de solutions très étendues d'azotate et d'oxyde d'argent : l'argent métal alcalin.* Note de MM. **A. Leduc** et **Labrouste**, présentée par M. Lippmann.

I. Lorsqu'on électrolyse, sous un voltage modéré, une solution d'azotate d'argent moyennement concentrée, on ne voit apparaître que de l'argent à la cathode. Le dépôt est plus ou moins blanc, plus ou moins compact, suivant les conditions de l'expérience : densité cathodique du courant, concentration, acidité ou basicité du bain, température, etc.

Or, la masse d'argent déposée par coulomb varie aussi de quelques dix-millièmes avec ces conditions [1] : le changement d'aspect correspond donc à une réaction accessoire à la cathode.

---

[1] A. Leduc, *Journal de Physique*, 4e série, t. I, p. 561.

Quelques physiciens, et notamment MM. Patterson et Guthe, pour assurer la neutralité d'un bain d'azotate soumis à l'électrolyse, préconisent l'addition d'oxyde précipité. Cet oxyde étant légèrement soluble dans l'eau, le bain se trouve en réalité basifié, et il importe de savoir comment se comporte cet oxyde sous l'influence du courant, et si le dépôt cathodique demeure normal.

II. Afin de simplifier le problème, nous avons d'abord étudié l'*oxyde seul*. Nous avons préparé ce corps en traitant l'azotate par une solution de baryte, et lavant le précipité brun jusqu'à ce que l'eau de lavage ne louchisse plus par l'acide sulfurique. La solution fraîchement préparée ou conservée en vase clos et plein rougit la phtaléine.

1° *Électrodes de platine.* — Sous 10 à 20 volts, il se produit à la cathode un nuage brun, avec dégagement assez abondant d'hydrogène. De légers filaments d'argent prennent aussi naissance sur la tranche de la cathode, c'est-à-dire là où la densité du courant est la plus forte.

Le nuage brun est formé par un oxyde d'argent, mais probablement un sous-oxyde, peut-être Ag^4O. La phtaléine, introduite auprès de la cathode, produit une vive coloration; mais cela peut tenir à plusieurs causes : nous y reviendrons plus loin.

A l'anode, il se dégage de l'oxygène. En résumé, cette expérience rappelle l'électrolyse d'une solution étendue de potasse.

2° *Anode d'argent.* — Le dégagement d'oxygène est à peu près supprimé, et il se produit autour de l'anode un nuage noir bleuté, sans action sur la phtaléine. Ayant convenablement disposé le bain dans une capsule de porcelaine, nous avons vu tomber sous l'anode une poussière noire qui s'évanouit lentement, en laissant à la place de chaque grain une petite bulle gazeuse.

Ce produit anodique est donc un peroxyde, peut-être le sesquioxyde produit selon la formule

$$2\,Ag + 6\,OH = Ag^2O^3 + 3\,H^2O \quad (^1),$$

Toujours est-il que le bain s'enrichit en argent à mesure que l'expérience se poursuit dans ces conditions.

3° *Cathode en mercure et anode d'argent.* — Imitant l'expérience de Davy, nous avons essayé de recueillir l'argent cathodique dans le mercure, afin de le soustraire à l'action du bain. Le dégagement d'hydrogène est moins abondant, mais le nuage cathodique subsiste. Le mercure recueille bien un peu d'argent, tant peut-être par l'action chimique du mercure sur le bain que par l'électrolyse ; mais son augmentation de poids ne fut que de $0^g,041$ alors que la cathode d'un voltamètre à azotate d'argent disposé en série en recueillait $0^g,196$, c'est-à-dire 5 fois plus.

D'ailleurs, l'amalgame obtenu n'a aucune action sur l'eau.

---

(1) L'un de nous se propose d'étudier ces oxydes.

III. *Mélange d'azotate et d'oxyde.* — Si la concentration en azotate est comparable à celle en oxyde, c'est-à-dire très faible, on voit toujours se former le nuage cathodique, mais sans dégagement d'hydrogène. Comme l'a indiqué déjà l'un de nous, ce gaz naissant réagit sur l'azotate suivant la formule

$$2\,AgAzO^3 + 10\,H = AzH^4\,AzO^3 + Ag^2 + 3\,H^2O.$$

Nous avons bien constaté, en effet, au moyen du réactif de Nessler, la présence d'ammoniaque dans le bain.

Si le bain est riche en azotate, on ne voit plus se produire de nuage cathodique. Cependant, l'un de nous a vu plusieurs fois un bain d'azotate, saturé par de l'oxyde fraîchement préparé, se troubler légèrement après avoir livré passage à quelques milliers de coulombs.

IV. *Azotate seul.* — Les résultats sont analogues, même avec des solutions relativement concentrées, pourvu que le voltage soit suffisant. Ainsi, avec une solution $\frac{1}{30}$ normale, on voit encore se former un léger nuage cathodique avec un champ de 1,5 volt par centimètre.

V. *Solutions très diluées d'oxyde, d'azotate ou de sulfate.* — Si l'on étend, par exemple, 10 fois la solution d'oxyde saturée, le nuage cathodique ne se produit plus; la cathode ne reçoit aucun dépôt appréciable; il se dégage seulement de l'hydrogène.

Une goutte de phtaléine, introduite en son voisinage, produit une vive coloration. Mais il ne faut pas se hâter de conclure; car l'eau distillée obligeamment fournie par divers laboratoires nous a montré le même phénomène. Nous avons vainement essayé de la purifier par congélation dans des vases paraffinés ou par distillation sous la pression atmosphérique, dans un appareil en platine.

Ayant enfin ajouté à l'eau qu'il s'agissait de purifier une petite quantité d'acide sulfurique, nous avons obtenu une eau distillée légèrement acide, mais sensiblement exempte de sels alcalins. Et en effet, nous avons électrolysé cette eau, comme précédemment, sous 20 volts environ, dans un voltamètre cloisonné au moyen d'un filtre de Soxhlet convenablement paraffiné, qui a la propriété d'empêcher la diffusion, tout en laissant passer le courant. Si, au bout de 15 minutes, on prélève une petite quantité de liquide dans le compartiment cathodique, on ne constate plus aucune réaction alcaline.

Vient-on à introduire dans le bain une très petite quantité d'oxyde, ou bien un cristal à peine visible d'azotate ou de sulfate? Un semblable prélè-

vement opéré au bout de quelques minutes donne une vive coloration à la phtaléine.

VI. *Conclusion.* — Il n'est donc point douteux que l'argent libéré par l'électrolyse, sous un voltage suffisant, se conduise comme un métal alcalin, c'est-à-dire réagisse sur l'eau pour donner naissance à un oxyde qui se dissout, en totalité ou en partie suivant les cas, à l'état d'oxyde basique dont la formule est probablement AgOH. Mais nous avons vu que, contrairement à ce qui se produit avec le potassium, le métal recueilli par le mercure n'a pas cette propriété.

CHIMIE. — *Sur le poids atomique absolu du chlore.* Note de **M. G.-D. Hinrichs**, présentée par Armand Gautier.

J'ai démontré, depuis 1892, que le poids atomique absolu de la matière étalon secondaire, l'argent, est 108 exactement, le poids atomique de la matière étalon, le diamant, étant 12 exactement [1]. Je viens confirmer cette démonstration en m'appuyant sur les recherches récentes relatives à la synthèse du chlorure d'argent par M. Th.-W. Richards [2].

Voici les résultats des synthèses du chlorure d'argent faites, durant près d'un siècle, de 1820 à 1907 :

Rapport atomique absolu :

$$r = \frac{\text{AgCl}}{\text{Ag}} = \frac{108 + 35,5}{108} = \frac{143,5}{108} = 1,32870.$$

Changement : pour Ag, —30; pour Cl, +93.
Variation et signe : pour Ag, $3\frac{1}{3}$ opposé; *idem* pour Cl, 1,07 de même.
Rapports analytiques trouvés : I, par voie sèche; II, par voie humide.

	Année.	Noms des chimistes.	N^{os}.	Poids d'argent.	Rapports analytiques [3]. Min.	Max.	Diff.	Moyen.	Excès analyt.
I.	1857	Dumas.........	2	10 à 20	869	882	13	876	+ 6
	1860	Stas...........	3	70 100	848	861	13	856	—14
								Moyenne......	— 4

(1) Voir à cet égard les renvois de ma Note sur le brome (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 973).

(2) Publication n° 28 (*Carnegie Institution*, 1907, p. 55-66).

(3) Dans cette Table nous donnerons les trois dernières décimales seulement de ces rapports, le chiffre 1,32 étant commun à tous.

	Année.	Noms des chimistes.	Nos.	Poids d'argent.		Rapports analytiques. Min.	Max.	Diff.	Moyen.	Excès analyt.
II.	1820	Berzelius.......	2	20		780	790	10	785	—85
	1829	Turner........	3	30 à	40	829	844	15	837	—33
	1846	Marignac (1)....	5	70	100	825	844	10	839	—31
	1860	Stas...........	4	100	400	842	850	8	846	—24
	1905	Richards (2), *a*.	13	5	10	857	868	11	861	— 9
	1905	Richards, *b*....	10	7	12	862	870	8	867	— 3

Cette Table mériterait d'être étudiée dans tous ses détails. Nous nous bornerons ici à accentuer les points suivants :

Par voie sèche, l'excès moyen final est — 4, correspondant à — 4 fois 1,07, soit — 4,28 millièmes sur le poids atomique du chlore, lequel serait donc 35,496. Mais comme l'écart — 0,004 est en dedans des erreurs expérimentales, les nombres de Dumas et Stas confirment notre valeur absolue Cl = 35,5 exactement pour Ag = 108. Il est vrai que l'école de Stas a rejeté les travaux de Dumas; mais depuis on a dû reconnaître quelques légères causes d'erreurs dans les déterminations de Stas et confirmer les résultats essentiels de Dumas.

Par voie humide l'excès analytique est graduellement descendu, passant de — 85 dans les déterminations préliminaires de Berzelius en 1820, à — 3 dans les déterminations de Richards en 1905. Par contre, l'excursion des déterminations des chimistes individuels, c'est-à-dire la différence entre le maximum et le minimum, n'a presque pas changé pendant le siècle. Cette excursion était 10 pour Berzelius en 1820 et pour Marignac en 1846; elle était 11 pour Richards, en 1905, dans le verre; la moyenne de ses deux séries est 9,5. Il ne faut donc pas oublier les travaux de nos maîtres, bien qu'ils n'eussent pas les instruments modernes (3).

La méthode par voie humide de Berzelius est la suivante : l'argent est dissous dans l'acide nitrique et précipité par l'acide chlorhydrique en excès; le tout est évaporé et le chlorure fondu sans transvasement ni changement de vaisseau. C'est, on le voit, une opération par perte; l'excès analytique doit donc être négatif. Mais cette perte s'est graduellement réduite de 85 à 9 dans le verre, et tout récemment même à 3, par la substitution du

(1) Les résultats de Penny de 1839 s'accordent avec ceux de Turner et de Marignac.

(2) Série *a*, *loc. cit.*, p. 61, à transfèrement et dans le verre. — Série *b*, *loc. cit.*, p. 65, sans transfèrement et dans le quartz.

(3) Quand Berzelius commençait les travaux sur les poids atomiques il n'y avait qu'un seul creuset de platine dans toute la Suède, et ce creuset ne lui appartenait pas. [Jac. Berzelius, *Sjölfbiografiska Anteckningar* (*Utgifna af H.-G. Söderbaum*), Stockholm, 1901, p. 48].

quartz au verre. Il n'est ni probable ni bien nécessaire que l'on puisse encore amoindrir cette perte insignifiante.

Voici les cinq stades de ce travail chimique fondamental :

Époque.........	1820	1837	1860	1905	
Chimiste.........	Berzelius	Turner-Marignac	Stas	Richards	
Vaisseau........	verre	verre	verre	verre	quartz
Excès analytique.	— 85	— 32	— 24	— 9	— 3

Pour comprendre toute la force démonstrative de cette série de recherches, il faut se rappeler que *ces excès analytiques représentent des milligrammes sur cent grammes d'argent*, ou bien des centièmes de milligramme pour un gramme d'argent.

C'est là une démonstration remarquable du rapport atomique absolu et, par conséquent, de la parfaite commensurabilité des poids atomiques des deux éléments, l'argent et le chlore, démonstration que j'ai étendue aux autres éléments et qui est en faveur de l'hypothèse fondamentale de l'unité de la matière pondérable.

Si l'on attribuait ce minime excès analytique (de trois unités sur cent mille) également au chlore et à l'argent (— 1,5 pour chacun) on obtiendrait (pour la variation) :

Pour l'argent.....	108,005	Écart.....	+0,005
Pour le chlore....	35,4985	Écart.....	—0,0015

Ces écarts, étant au-dessous de la précision des déterminations expérimentales, confirment et établissent les valeurs 108 et 35,5 *exactement* des poids atomiques absolus de l'argent et du chlore.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le dosage de l'acide phosphoreux*. Note de MM. C. **Marie** et **A. Lucas**, présentée par M. A. Haller.

La méthode indiquée pour ce dosage il y a quelques années par Amat (*Comptes rendus*, t. CXI, 1890, p. 676) est basée sur l'emploi du permanganate à chaud en solution sulfurique. Par suite de l'altération spontanée que subit le permanganate, cette méthode exige des conditions expérimentales parfaitement définies, qui sont peu compatibles avec les besoins de l'analyse ordinaire. L'acide phosphoreux est en effet un réducteur qui ne s'oxyde en milieu acide qu'avec lenteur surtout si les solutions sont un peu étendues. En solution alcaline l'oxydation est beaucoup plus rapide ; on peut éviter

ainsi les inconvénients qui résultent de la décomposition personnelle du permanganate.

Nos expériences nous ont montré qu'il est inutile et même dangereux d'employer la soude elle-même pour alcaliniser la solution; les soudes du commerce même pures possèdent en effet un pouvoir réducteur plus ou moins important qui introduit une cause d'incertitude. Le carbonate de potasse, chauffé au rouge pour le débarrasser des poussières qu'il peut contenir, se prête au contraire parfaitement aux besoins de l'analyse.

La méthode expérimentale employée est la suivante :

Dans une fiole à fond plat ou un ballon on introduit d'abord le carbonate de potasse calculé de telle manière qu'il y en ait environ un excès de 3g pour 100cm³ de solution finale. On verse ensuite un volume connu de permanganate $\left(50^{cm^3}\right.$ de solution $\frac{2N}{50}$ par exemple$\left.\right)$ puis on chauffe au bain-marie à 80° et dans le mélange chaud on verse la solution d'acide phosphoreux ou du phosphite à analyser (0g,2 à 0g,3 pour la quantité de permanganate indiquée).

Il se fait immédiatement un précipité de bioxyde brun ; on laisse à 80°, 15 minutes environ, puis dans le liquide on verse avec précaution un volume connu d'une solution de sel de Mohr fortement acide (50cm³ d'une solution $\frac{M}{5}$ contenant 10 pour 100 de SO^4H^2 en excès).

Le précipité se dissout de suite. Il n'y a plus alors qu'à titrer l'excès de sel ferreux au moyen de la solution de permanganate déjà employée ou d'une solution plus étendue dont on connaît le titre par rapport à la première.

Il convient dans cette méthode de déterminer le rapport des deux solutions : sel de Mohr et permanganate, par une expérience à blanc faite dans les mêmes conditions.

Quant au titre du permanganate, il peut être déterminé par les méthodes ordinaires, au moyen du fil de clavecin par exemple. Il est cependant meilleur de le titrer avec un corps qui puisse s'oxyder quantitativement en milieu alcalin.

Les formiates sont, comme on le sait, dans ces conditions (H.-C. Jones, *Am. chem. J.*, t. XVII, 1895, p. 539), et nous avons trouvé dans le formiate de chaux un sel qui convient parfaitement à la détermination du titre. Le produit du commerce, utilisé en pharmacie, est déjà sensiblement pur; une simple précipitation à l'alcool et dessiccation à poids constant donnent un sel pur qui répond exactement, comme nous l'avons vérifié, à la formule du sel anhydre $(HCO^2)^2Ca$.

Pour la détermination du titre il suffit d'ajouter le formiate de chaux pesé au permanganate additionné de carbonate alcalin et chauffé au bain-marie; la quantité de formiate à employer se calcule d'après l'équation :

$$4\,MnO^4K + 3\,(HCO^2)^2Ca = 4\,MnO^2 + 3\,CO^3Ca + CO^3K^2 + 2\,CO^3KH + 2\,H^2O.$$

On continue ensuite l'analyse exactement comme nous l'avons vu précédemment.

L'emploi du formiate de chaux présente l'avantage d'effectuer la détermination du titre dans des conditions absolument identiques à celles de l'analyse elle-même et d'éviter de plus l'emploi du fil de clavecin dont la composition est toujours douteuse; d'ailleurs les résultats obtenus pour le titre du permanganate par les deux méthodes, formiate et fil de clavecin, sont très sensiblement les mêmes.

Nous avons vérifié que les résultats fournis pour les phosphites par cette méthode d'analyse sont d'accord avec ceux que donne la détermination pondérale basée sur la réduction du chlorure mercurique; il en est de même pour les hypophosphites dont l'oxydation au moins jusqu'au degré phosphoreux est d'ailleurs extrêmement rapide.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlore et du chlorure de soufre sur quelques oxydes.* Note de M. **F. Bourion**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 631), nous avons montré, M. Matignon et moi, que l'action simultanée du chlore et du chlorure de soufre, sur les oxydes métalliques, chauffés à une température convenable, constituait un procédé très pratique de préparation des chlorures métalliques anhydres. En général, on obtient ainsi les chlorures au maximum, et parfois, comme c'est le cas pour le vanadium et le tungstène, des oxychlorures. Il m'a semblé intéressant de poursuivre ces recherches et de savoir comment se c mportent les oxydes dont nous n'avions pas fait l'étude. C'est le résultat de cette étude dont je publie actuellement le résumé. J'y ai ajouté la préparation d'un certain nombre de chlorures encore inconnus de la série des terres rares, en employant, à cet effet, les terres que M. G. Urbain a mises à ma disposition.

La *zircone* calcinée donne un peu au-dessous du rouge, avec le mélange chlorurant, des cristaux blancs et distincts de chlorure de zirconium $ZrCl^4$, qui se déposent dans les parties froides du tube; en masse, ces cristaux retiennent du chlorure de soufre qui leur communique une teinte rougeâtre qu'on serait tenté d'attribuer à du chlorure ferrique : il suffit de laisser refroidir dans un courant de chlore pour éliminer la majeure partie de cette impureté; on s'en débarrasse totalement en faisant une sublimation des cristaux dans un courant d'hydrogène ou de chlore sec.

La *glucine* chauffée dans les mêmes conditions, donne le *chlorure* $GlCl^2$ qui, moins volatil que le précédent, se dépose dans des régions plus chaudes du tube, et ne retient pas de chlorure de soufre. Il se présente en belles aiguilles blanches.

En opérant de même avec l'*acide titanique,* on obtient de petites quantités de chlorure $TiCl^4$; la majeure partie de l'oxyde est transformée en une substance jaune très volatile, qui est manifestement un oxychlorure titanique, dont je poursuis actuellement l'étude.

En ce qui concerne les terres rares, je rappellerai que nous avons étudié, M. Matignon et moi, la préparation des chlorures de néodyme, de praséodyme et de samarium; depuis, M. Matignon a décrit la préparation des chlorures d'yttrium et d'ytterbium. Bien que les sels d'ytterbium soient blancs, le chlorure de ce métal présentait une coloration verte. J'ai répété la même expérience, avec une ytterbine tout à fait pure, et le chlorure obtenu, identique à tout autre point de vue à celui préparé par M. Matignon, était parfaitement blanc.

Le lanthane et le cérium étant à la tête de la série des terres rares, il convenait d'étudier sur leurs oxydes l'action du chlorure de soufre; l'étude du cérium présentait un intérêt spécial, cet élément possédant deux série de sels.

L'oxyde de lanthane, La^2O^3, a donné le chlorure blanc, $LaCl^3$.

L'oxyde de cérium, CeO^2, jaune clair, a donné le chlorure blanc, $CeCl^3$, tout à fait analogue à celui de lanthane.

Les oxydes d'europium Eu^2O^3, de gadolinium Gd^2O^3, de terbium Tb^4O^7, de dysprosium Dy^2O^3, ont donné des chlorures du même type MCl^3.

Les chlorures de gadolinium et de terbium sont blancs. Le chlorure de dysprosium est jaune clair. Le chlorure d'europium est blanc dans la masse; il présente parfois une coloration superficielle noire. Ces quatre chlorures fondus forment des masses confusément cristallines; ils sont à peine volatils au voisinage de leur température de fusion; ils donnent des solutions qui, suffisamment étendues, sont incolores. Ces solutions sont neutres au méthylorange et donnent, avec le tournesol, une teinte vineuse, indiquant une hydrolyse extrêmement légère; même le chlorure d'ytterbium donne cette réaction, bien que l'oxyde d'ytterbium soit la base la plus faible des terres de la série.

On sait que les terres rares donnent des oxychlorures du type $MOCl$; à ce point de vue, j'ai étudié le chlorure de dysprosium et le chlorure de gadolinium, dont j'avais une quantité suffisante pour entreprendre une étude plus détaillée. Les oxychlorures $GdOCl$ et $DyOCl$ ont été obtenus en faisant passer un lent courant d'air sec sur les chlorures fondus. Il est manifeste que la substitution de l'oxygène au chlore se fait en deux phases; la substitution de 1^{at} d'oxygène à 2^{at} de chlore se fait beaucoup plus rapidement que la substitution du dernier atome de chlore, qui est très lente.

En arrêtant l'expérience à la première phase de cette réaction, l'oxychlo-

rure de dysprosium DyOCl [1] a été obtenu en écailles jaune verdâtre; l'oxychlorure de gadolinium GdOCl formait une masse parfaitement blanche, d'apparence amorphe. Ces oxychlorures ne sont pas volatils au rouge vif. Au contact des acides sulfurique et azotique étendus, on n'obtient de dissolution complète qu'au bout de plusieurs jours. Cette dissolution s'effectue beaucoup plus rapidement avec le dysprosium qu'avec le gadolinium. Avant de se dissoudre, l'oxychlorure de gadolinium devient lentement, mais franchement cristallin.

Le Tableau suivant donne les résultats d'analyse des substances qui ont été obtenues dans ce travail :

Substance.	Poids.	Poids de AgCl.	Cl pour 100. Trouvé.	Cl pour 100. Calculé.
$ZrCl^4$	0,364	0,8948	60,81	61,03
$GlCl^2$	0,0487	0,1759	89,35	88,75
	0,1564	0,5577	88,21	»
$LaCl^3$	0,3058	0,5280	42,71	43,55
$CeCl^3$	0,4536	0,7792	42,50	43,12
$YbCl^3$	0,3308	0,5025	37,58	38,20
$GdCl^3$	0,4171	0,6673	40,17	40,41
$DyCl^3$	0,2505	0,3974	39,25	39,59
$DyOCl^3$	0,6299	0,4062	15,94	16,58
$TbCl^3$	0,1318	0,2096	39,34	39,96
$EuCl^3$	0,1743	0,2780	39,46	41,18

En résumé, la méthode au chlore et au chlorure de soufre donne, avec le zirconium, le chlorure $ZrCl^4$, avec le glucinium, le chlorure $GlCl^2$, avec les terres rares étudiées dans cette Note, des chlorures du type MCl^3, quel que soit le degré d'oxydation de l'oxyde utilisé. Je ferai remarquer en outre que, parmi ces derniers, les composés $GdCl^3$, GdOCl, $DyCl^3$, DyOCl, $TbCl^3$, $EuCl^3$ n'avaient jamais été décrits, étant donné que l'histoire de ces corps se limite à leur isolement récent.

---

(1) La composition de cet oxychlorure a été obtenue en suivant à la balance les phases de l'expérience.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur le poids atomique de l'azote.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

On a longtemps admis pour le poids atomique de l'azote le nombre déduit par Stas de ses expériences chimiques : Az = 14,044 (O = 16 étant pris pour base).

En 1895 la mesure de la densité de l'azote pur, privé d'argon, fit penser à lord Rayleigh et sir W. Ramsay que ce nombre pouvait être trop fort. En 1897, M. Leduc (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 299) appliqua la notion des états correspondants aux gaz azote et oxyde de carbone : par suite des valeurs voisines de leurs constantes critiques, le rapport de leurs densités à 0° et sous 760^{mm} donne à moins de 0,0001 celui de leurs poids moléculaires. Dès lors si l'on admet d'après les expériences chimiques CO = 28,004 on en déduit Az^2 = 28,009 et Az = 14,005.

En 1898 (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 954) je montrai que les poids moléculaires des gaz sont proportionnels à leurs densités limites : méthode qui permet de fixer le poids moléculaire de chaque gaz d'après deux données (densité, compressibilité) relatives à ce gaz seul. Je fis voir que la densité limite de l'azote donne Az = 14,007 et celle du protoxyde d'azote le nombre voisin Az = 14,000. Ainsi le poids atomique de l'azote était fixé par des mesures sur deux corps indépendants. Cette confirmation était décisive. J'en conclus : « La méthode physique pour la détermination des poids atomiques peut l'emporter sur les méthodes chimiques dans les cas (comme celui de l'azote) où elles sont indirectes.... Dans tous les cas la valeur de Stas, Az = 14,044, est viciée par une erreur systématique et doit être abandonnée. »

En raison de l'enchaînement des expériences de Stas cette modification entraînait celle des poids atomiques de divers autres éléments, et notamment de l'argent, du chlore et du soufre (cf. Leduc, *Ibid.*, t. CXXV, p. 299, et D. Berthelot, t. CXXVI, p. 1501). Loin de voir là une objection, j'y trouvai une confirmation de la méthode physique : « Ce qui prouve clairement la nécessité de cette correction systématique aux expériences de Stas, disais-je alors, c'est que les modifications auxquelles elle conduit, diverses en grandeur et en signe, sont confirmées qualitativement et quantitativement par les trois systèmes de mesures entièrement indépendants les uns des autres qui fournissent pour le chlore, le soufre et l'azote, la méthode des densités limites. »

Ces conclusions furent d'abord accueillies avec réserve par les chimistes (cf. VÈZES, *Ibid.*, t. CXXVI, p. 1714). La Commission internationale des poids atomiques ne mentionna même pas de 1898 à 1905 les doutes élevés sur l'azote et les autres éléments.

Cependant des confirmations se produisaient. En vue d'appliquer la méthode des densités limites, lord Rayleigh mesurait les compressibilités des gaz dont il n'avait pris que les densités. M. Gray entreprenait des recherches à la fois physiques et chimiques très soignées sur le bioxyde d'azote (cf. *Atomgewicht der Stickstoffs*, Bonn, 1907). Ces mesures donnent pour Az les valeurs 13,999 d'après Az^2O; 14,006 d'après AzO et 14,008 d'après Az^2.

Ces confirmations ont entraîné l'assentiment général et, dans son rapport de 1907, la Commission internationale conclut à la nécessité de reviser systématiquement tous les nombres de Stas, d'abaisser les poids atomiques de l'azote et de l'argent et d'élever celui du chlore. C'est là une adhésion complète aux vues exposées ici même il y a une dizaine d'années.

Dans ces conditions, il y a un intérêt spécial à fixer exactement la valeur que la méthode physique donne pour l'azote. Pour déduire, du rapport δ des densités de deux gaz (tels que Az^2 et O^2), le rapport de leurs poids atomiques on multiplie δ par un facteur correctif $1+\eta$. Le terme η est égal à la différence $A'-A$ des coefficients d'écart à la loi de Mariotte de ces gaz entre 0^{atm} et 1^{atm}. La valeur de η est pour ces deux gaz, d'après MM. Leduc et Sacerdote $0,00076-0,00038=0,00038$; d'après lord Rayleigh $0,00094-0,00056=0,00038$ et, d'après des mesures récentes exécutées par moi-même directement à 0° avec un appareil analogue à celui qui m'a déjà servi dans mes expériences de 1899 (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 820), $0,00085-0,0044=0,00041$. Enfin je rappelle pour mémoire que le calcul donne $0,00074-0,00029=0,00045$ d'après la formule théorique indiquée dans mon étude *Sur les thermomètres à gaz* :

$$A=-\frac{d(pv)}{dp}=0,0002575\frac{T_c}{p_c}\left(6\frac{T_c^2}{T^2}-1\right).$$

Cependant des valeurs de η plus élevées, allant jusqu'à 0,00085, ont été données récemment dans un travail intéressant (GUYE, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1386, et *Société chimique*, août 1905) : mais elles reposent sur des calculs indirects et qui, on va le voir, manquent de rigueur.

1° *Densités aux températures d'Avogadro-Ampère.* — Ce calcul est fondé sur ma formule donnée plus haut d'après laquelle $A=0$ à la température $T=\sqrt{6}\,T_c=2,45\,T_c$ soit 105° pour O^2 et 43° pour Az^2. Ceci admis, α et α' étant les coefficients de dilatation de Az^2 et O^2, γ celui d'un gaz parfait, tel qu'il est calculé dans mon Mémoire précité, M. Guye en déduit l'expression

$$1+\eta=[1+105(\alpha-\gamma)]:[1+43(\alpha'-\gamma)].$$

Cette formule est peu rigoureuse. Le facteur correct est

$$1+\eta=\frac{1+105\alpha}{1+105\gamma}:\frac{1+43\alpha'}{1+43\gamma}.$$

Il ne pourrait être remplacé par le précédent que si 105α, 105γ, $43\alpha'$, 43γ étaient très petits par rapport à l'unité, ce qui n'est pas le cas, puisque $105\alpha = 0,3671$ et $105\gamma = 0,3662$, etc. Cette première rectification donnerait $\eta = 0,00045$ au lieu de $\eta = 0,00069$. De plus les coefficients α et α' employés par M. Guye ne sont pas empruntés à l'expérience, mais à une formule de M. Leduc qui donne non pas α et α' mais $\alpha - \gamma$ et $\alpha' - \gamma$. Dès lors il faut prendre dans le calcul la valeur $\gamma = 0,00366300$ de ce physicien et non la valeur $\gamma = 0,00366195$ que j'ai donnée. Enfin au lieu de prendre simplement dans la Table de M. Leduc la valeur de α entre 0° et 100°, soit 0,0036680, il aurait fallu calculer par sa formule la valeur entre 0° et 43°, soit 0,0036695. Ces diverses rectifications faites on trouve $\eta = 0,00037$, c'est-à-dire un nombre pratiquement identique à $A' - A$. Ce résultat pouvait être prévu *a priori*; car M. Leduc s'est précisément servi de A et A' pour calculer $\alpha - \gamma$ et $\alpha' - \gamma$. Il n'y a donc pas là une méthode physique, mais un simple exercice de calcul.

2° *Densités à des températures et pressions correspondantes* (100° et 760^mm pour O^2, 37° et 505^mm pour Az^2). — Ce calcul compliqué s'appuie sur les coefficients de compressibilité A et A' (Chappuis, Rayleigh), les constantes critiques (Wroblewski, Olzewski), les coefficients de dilatation α et β (Chappuis, Makower et Noble), le coefficient γ (D. Berthelot) : le tout pour obtenir simplement $A' - A$. Il est fait par M. Guye au moyen de formules analogues où il remplace de même $(1 + 100\alpha) : (1 + 100\gamma)$ par $1 + 100(\alpha - \gamma)$ et appelle par conséquent les mêmes rectifications.

3° *Densités aux températures élevées.* — Ce calcul, proposé par MM. Jaquerod et Perrot (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1542), consiste à ramener les densités à 0° des gaz Az^2 et O^2 de 760^mm à 250^mm au moyen des coefficients A et A', puis de 0° à 1067° et 1228^mm par les coefficients de dilatation β et β', et enfin de 1228^mm à 0^mm par les coefficients A et A' relatifs à 1067°. Ceux-ci n'ayant pas été mesurés, les auteurs admettent qu'ils sont nuls. « Cette supposition, disent-ils, est absolument légitime d'après les formules de M. D. Berthelot ». Je dois remarquer au contraire que la formule donnée plus haut indique comme valeur de A pour l'oxygène à 0° + 0,00074; et à 1067° − 0,00073; pour l'azote à 0° + 0,00029 et à 1067° − 0,00092. Le facteur correctif η à 1067° entre 1228^mm et 0^mm est donc + 0,00031, c'est-à-dire presque aussi grand qu'à 0°. Il n'est donc pas négligeable. J'ajouterai, tout en rendant hommage aux soins apportés par les auteurs dans leurs mesures, que la différence entre les coefficients de dilatation des gaz O^2 et Az^2 entre 0° et 1067° est d'après eux-mêmes « à peine supérieure aux erreurs d'expérience » et qu'il est dès lors bien aventuré de vouloir fonder un calcul précis sur la valeur absolue de cette différence.

En résumé, les nombres obtenus par les modes de calcul indirects rappelés ci-dessus sont peu exacts et doivent être laissés de côté. La seule méthode à la fois directe et précise est celle des densités-limites qui donne d'après les gaz Az^2O, AzO et Az^2, pour le poids atomique de l'azote les valeurs 13,999, 14,006 et 14,008, dont la moyenne se confond presque avec le nombre 14,005 indiqué en 1898.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Iodure mercurique : calorimétrie et cryoscopie.* Note (1) de M. GUINCHANT, présentée par M. Haller.

L'étude des propriétés électriques de l'iodure mercurique m'a amené à déterminer quelques constantes thermiques de ce corps, en particulier la chaleur de fusion. J'ai profité de ces déterminations pour rechercher, comme je l'avais fait dans le cas du sulfure d'antimoine (2), si les lois cryoscopiques de Raoult et de van't Hoff s'appliquent à température élevée. Les méthodes employées sont à peu près celles décrites dans le précédent Mémoire.

Les quantités de chaleur mesurées directement ont servi à calculer en grandes calories les quantités de chaleur Q_0^t fournies par 1kg d'iodure, en passant de $t°$ à 0°.

Iodure rouge..	$Q_0^{55} = 2,304$	$Q_0^{100,2} = 4,070$		
Iodure jaune..	$Q_0^{168,5} = 8,381$	$Q_0^{196,5} = 9,662$	$Q_0^{205} = 10,016$	$Q_0^{247} = 11,887$
Iodure fondu..	$Q_0^{267} = 22,861$	$Q_0^{288} = 24,102$	$Q_0^{327} = 26,183$	

Les valeurs correspondant à un même état déterminent une ligne droite : la différence des valeurs de Q à la température t d'un changement d'état représente la chaleur latente.

On en déduit pour la chaleur latente de fusion à 250°

$$L = 9,79.$$

Les nombres précédents fournissent en outre les constantes suivantes :

Chaleur spécifique de l'iodure mercurique solide rouge...............	0,0406
» » jaune...............	0,0446
» » fondu.....................	0,0554

Chaleur de transformation de 1kg d'iodure jaune en iodure rouge à 130°... 1Cal,53

Les chaleurs spécifiques à l'état solide et la chaleur de transformation ont déjà été déterminées par d'autres expérimentateurs : les nombres obtenus *par les mêmes méthodes* sont concordants (Regnault, Schwarz) (3).

---

(1) Présentée dans la séance du 17 juin 1907.

(2) GUINCHANT et CHRÉTIEN, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1269; *Assoc. franç. pour l'avanc. des Sciences*, 1904, p. 439.

(3) SCHWARZ, *Beiträge zur Kenntnis der umkehrbaren Umwandlungen polymorpher Körper*, 1892-1894; Göttingen (*Gekrönte Preisschrift*), p. 21.

CRYOSCOPIE. — La chaleur de fusion précédente donne pour la constante cryoscopique la valeur théorique

$$K = \frac{0,0198\,T^2}{L} = 550.$$

J'ai cherché la valeur expérimentale de cette constante en étudiant la température de congélation de solutions diluées dans l'iodure mercurique.

Pour éviter autant que possible les doubles décompositions, qui changeraient la nature et le poids du corps dissous, on ne peut employer que des iodures ou des composés simples du mercure. Le Tableau suivant résume mes expériences : C est l'abaissement de la température de congélation, P le poids de substance dissoute dans 100g d'iodure, $K = \left(\frac{C}{P}\right)_0 M$ la constante cryoscopique expérimentale égale au produit du poids moléculaire par la valeur vers laquelle tend $\frac{C}{P}$ pour une solution infiniment diluée $P = 0$; cette valeur a été calculée graphiquement en prolongeant la droite qui joint les points correspondant aux plus petites valeurs de P.

Iodure de plomb	P = 6,52	P = 3,26	»	»	»
$PbI^2 = 460$	C = 3°,8	C = 2°,6	»	»	K = 565
Iodure d'argent	P = 6,36	P = 3,44	P = 1,703	»	»
AgI = 235	C = 11°,5	C = 6°,8	C = 3°,6	»	K = 530
Iodure de potassium	P = 2,84	P = 2,144	P = 1,55	P = 0,798	»
KI = 166	C = 12°,3	C = 7°,2	C = 5°,1	C = 2°,8	K = 535
Iodure mercureux	P = 9,27	P = 4,62	»	»	»
$Hg^2I^2 = 654$	C = 7°,4	C = 3°,7	»	»	K = 540

Ces valeurs de K sont très concordantes, eu égard au peu de précision que comportaient les lectures du thermomètre divisé en degrés ; elles se confondent pratiquement avec la valeur théorique.

L'oxyde mercurique, le chlorure mercureux et le chlorure mercurique donnent, en dissolution dans l'iodure mercurique, la même anomalie que les sels en dissolution dans l'eau : le poids moléculaire déduit de la valeur normale de K est beaucoup trop petit, ou la valeur de K calculée avec le poids moléculaire normal est beaucoup trop grande. Ainsi j'ai obtenu :

Pour l'oxyde mercurique : HgO = 216.......... K = 850
Pour le chlorure mercurique : $HgCl^2 = 271$.......... K = 970
Pour le chlorure mercureux : $Hg^2Cl^2 = 471$.......... K = 1070 = 535 × 2

Une étude plus complète est nécessaire pour donner une interprétation probable de ces anomalies très intéressantes.

En résumé, pour les corps donnant un abaissement normal du point de congélation, la constante K de Raoult concorde toujours avec la constante théorique de van't Hoff, quelle que soit la température de congélation du dissolvant. Au contraire, la seconde loi empirique de Raoult $\frac{K}{M'} = 0{,}50$, grossièrement vraie pour les dissolvants à poids moléculaires voisins, ne s'applique plus du tout aux dissolvants dont les températures de congélation sont très différentes, tels que Sb^2S^3, Al, Pb, HgI^2. D'après la loi empirique de M. de Forcrand (¹) le rapport $\frac{LM'}{T}$ doit être constant et voisin de 10; en portant cette valeur dans la formule de van't Hoff on devrait avoir

$$\frac{1}{T}\frac{K}{M'} = 0{,}00198.$$

En fait, la quantité $\frac{1}{T}\frac{K}{M'}$ oscille entre des limites aussi étendues que la seconde constante de Raoult $\frac{K}{M'}$; elle ne peut sans interprétation arbitraire être considérée comme constante.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide diglycolique et ses homologues.* Note de MM. **E. Jungfleisch** et **M. Godchot**.

En généralisant la réaction employée par nous antérieurement pour obtenir l'acide dilactylique (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 979), nous avons pu préparer l'acide diglycolique et une série d'homologues de cet acide. La présente Note est relative aux premiers termes de cette série.

Ces homologues de l'acide diglycolique renferment un ou plusieurs atomes de carbone asymétriques; ils paraissent donc devoir être dédoublables en composés actifs; en outre, les réactions qui leur donnent naissance se produisant à des températures assez basses, des groupements actifs semblent pouvoir être introduits dans leurs molécules lors de leurs formations.

Acide diglycolique : $CO^2H - CH^2 - O - CH^2 - CO^2H$. — Cet acide, terme le plus simple de la série, peut s'obtenir, sous forme d'éther diéthy-

(¹) De Forcrand, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXVII, 1903, p. 384, et t. XXVIII, p. 6.

lique, par la réaction qui nous a fourni l'éther dilactylique (*loc. cit.*, p. 979), c'est-à-dire en traitant, dans l'éther anhydre, une molécule de glycolate d'éthyle sodé par une molécule de monochloracétate d'éthyle :

$$C^2H^5 - CO^2 - CH^2 - Cl + ONa - CH^2 - CO^2 - C^2H^5$$
$$= NaCl + C^2H^5 - CO^2 - CH^2 - O - CH^2 - CO^2 - C^2H^5.$$

On isole l'éther diglycolique par distillation fractionnée, dans le vide, du produit de la réaction, lavé à l'eau et séché. Cet éther bout à 129°-130°, sous 20mm. Par saponification, il fournit l'acide diglycolique, identique à celui obtenu par Heintz (*Ann. der Chemie*, t. CXLIV, p. 91) dans l'action, à haute température, des alcalis sur l'acide monochloracétique.

Acide méthyldiglycolique : $CO^2H - (CH^3)CH - O - CH^2 - CO^2H$. — Ce nouveau composé est un éther-oxyde glycolique et lactique. Nous avons obtenu son éther diéthylique en suivant deux voies différentes : 1° action du glycolate d'éthyle sodé sur l'α-bromopropionate d'éthyle; 2° action du lactate d'éthyle sodé sur le chloracétate d'éthyle

$$C^2H^5 - CO^2 - (CH^3)CH - Br + NaO - CH^2 - CO^2 - C^2H^5$$
$$= NaBr + C^2H^5 - CO^2 - (CH^3)CH - O - CH^2 - CO^2 - C^2H^5;$$
$$C^2H^5 - CO^2 - CH^2 - Cl + NaO - CH(CH^3) - CO^2 - C^2H^5$$
$$= NaCl + C^2H^5 - CO^2 - CH^2 - O - CH(CH^3) - CO^2 - C^2H^5.$$

Le méthyldiglycolate diéthylique est un liquide insoluble dans l'eau, bouillant à 122°-125° sous 20mm. Sa densité est 1,0743 à 20°. En le soumettant au traitement indiqué antérieurement pour produire l'acide dilactylique au moyen de l'éther dilactylique (*loc. cit.*, p. 980), nous avons obtenu l'acide méthyldiglycolique. Celui-ci cristallise, par concentration lente de sa solution sirupeuse. Il est fort soluble dans l'éther ou l'alcool, peu soluble dans la benzine. Il est très hygroscopique; sec, il fond vers 30°. Ses sels alcalins et alcalino-terreux sont très solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool.

Distillé, même dans le vide, il perd de l'eau et se change partiellement en anhydride, dans une réaction compliquée. On obtient plus facilement et plus régulièrement l'anhydride méthyldiglycolique en chauffant l'acide sec, en présence d'un excès de chlorure acétique; lorsque le dégagement de gaz chlorhydrique a cessé, on distille le produit dans le vide, en isolant ce qui passe vers 120°-125°, sous 20mm. L'*anhydride méthyldiglycolique*,

$$O\left\langle\begin{matrix} CH^3 - CH - CO \\ CH^2 - CO \end{matrix}\right\rangle O,$$

est liquide, sirupeux; il bout à 122°-125° sous 25mm. Sa densité est 1,2729 à 20°. Au contact de l'eau, il régénère l'acide méthyldiglycolique. Traité par l'ammoniaque, il fournit le corps dont il sera parlé plus loin sous le nom d'*imide méthyldiglycolique.*

En soumettant l'éther méthyldiglycolique au contact prolongé de l'ammoniaque aqueuse et concentrée, cet éther se dissout lentement. Par évaporation de la liqueur, dans le vide, à froid et en présence de l'acide sulfurique, on obtient le *diamide méthyldiglycolique,* $AzH^2 - CO - CH(CH^3) - O - CH^2 - CO - AzH^2$. Ce diamide est cristallisé; on le purifie aisément, par cristallisation dans un mélange d'alcool et d'acétone. Il constitue de petits prismes fusibles à 126°; il est très soluble dans l'eau.

Chauffé au-dessus de son point de fusion, vers 150°, le diamide méthyldiglycolique perd de l'ammoniaque, pour donner vraisemblablement l'*imide méthyldiglycolique,* mais celui-ci est souillé des produits de diverses réactions secondaires. Si l'on met en contact du gaz ammoniac sec et de l'anhydride méthyldiglycolique, en solution benzénique, une réaction s'accomplit avec dégagement de chaleur; il se précipite une matière transparente, dure, vitreuse, que nous n'avons pas réussi à faire cristalliser et qui cependant a fourni à l'analyse des chiffres voisins de ceux qui correspondent à l'imide méthyldiglycolique.

Acide dilactylique : $CO^2H - (CH^3)CH - O - CH(CH^3) - CO^2H$. — Nous avons fait connaître un mode de production régulier de cet acide, antérieurement signalé par MM. Tanatar et Tschelebiew (*Comptes rendus,* t. CXLIV, p. 979). Après avoir indiqué les propriétés de cet acide, nous avons décrit son anhydride ainsi que quelques-uns de ses dérivés. L'éther dilactylique, mis en contact, à froid, avec une solution aqueuse et concentrée d'ammoniaque, se dissout peu à peu et se transforme en *diamide dilactylique,*

$$AzH^2 - CO - (CH^3)CH - O - CH(CH^3) - CO - AzH^2.$$

On isole ce dernier en évaporant la solution dans le vide, sur l'acide sulfurique; on purifie le résidu cristallin par des cristallisations dans un mélange d'alcool et d'éther. Le diamide forme des tables larges et minces, incolores; il fond à 156°. L'eau et l'alcool le dissolvent facilement; il est peu soluble dans l'éther ou la benzine.

Chauffé au-dessus de son point de fusion, vers 160°-170°, le diamide dilactylique perd facilement 1mol d'ammoniaque en produisant l'imide correspondant. On purifie celui-ci par des cristallisations dans la benzine.

L'*imide dilactylique,* $O\left\langle\begin{matrix} CH^3 - CH - CO \\ CH^3 - CH - CO \end{matrix}\right\rangle AzH$, constitue des cristaux prismatiques, incolores, volumineux, fusibles à 122°. Il est soluble dans l'eau et l'alcool, très peu soluble dans l'éther.

L'acide dilactylique présente, dans sa formule, deux carbones asymétriques. Il forme, avec divers alcaloïdes actifs, des sels nettement cristallisés qui permettent d'espérer la séparation des acides dilactyliques actifs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen des dérivés organo-métalliques mixtes du zinc. Cétones non saturées αβ-acycliques.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **M. Maire**, présentée par M. A. Haller.

La seule méthode qui existe actuellement pour la préparation des cétones non saturées αβ de la série acyclique consiste, comme on sait, à condenser les aldéhydes et les cétones. Cette méthode, d'une part, ne présente pas de caractère vraiment général et, d'autre part, elle conduit, dans le plus grand nombre de cas, à des mélanges difficilement séparables. Nous avons montré que les cétones non saturées vinylées peuvent se préparer facilement en faisant réagir le chlorure de β-chloropropionyle sur les dérivés organométalliques mixtes du zinc et traitant par la diéthylaniline la cétone β-chloréthylée qui prend ainsi naissance. Nous avons donc cherché une méthode générale de synthèse reposant sur l'emploi des mêmes dérivés organométalliques. Mais l'utilisation des acides β-chlorés comme matière première nous ayant paru peu avantageuse, nous avons cherché à les remplacer par les acides-alcools correspondants qu'on obtient avec la plus grande facilité en condensant les éthers des acides gras α-halogénés avec les aldéhydes ou les cétones, en présence du zinc. Lorsque la fonction alcoolique de ces acides est primaire ou secondaire, elle se laisse transformer sans difficulté en éther acétique et, dès lors, il suffit de traiter le dérivé acétylé par le chlorure de thionyle pour obtenir le chlorure d'acide correspondant. Celui-ci, par réaction sur les dérivés organométalliques mixtes du zinc, donne les cétones β-acétoxylées dont la saponification conduit directement et avec un rendement quantitatif aux cétones non saturées :

$$\mathrm{R-CHOH-CH}\Big\langle{}^{\mathrm{R'}}_{\mathrm{CO^2H}} \rightarrow \mathrm{R-\underset{\displaystyle O-CO-CH^3}{\underset{|}{CH}}-CH}\Big\langle{}^{\mathrm{R'}}_{\mathrm{CO-Cl}}$$

$$\rightarrow \mathrm{R-\underset{\displaystyle O-CO-CH^3}{\underset{|}{CH}}-CH}\Big\langle{}^{\mathrm{R'}}_{\mathrm{CO-R''}} \rightarrow \mathrm{R-CH=C}\Big\langle{}^{\mathrm{R'}}_{\mathrm{CO-R''}}.$$

Dans le cas où la fonction alcoolique de l'acide alcool est tertiaire, il n'est pas possible de l'acétyler, car il se produit une déshydratation qui donne

l'acide non saturé correspondant. Mais l'expérience montre que, dans ce cas, le chlorure de l'acide non saturé réagit sur les dérivés organométalliques mixtes du zinc pour fournir, avec de très bons rendements, la cétone non saturée correspondante. Il n'en est pas de même dans les autres cas; en effet, si la chaîne fondamentale de l'acide non saturée n'est pas suffisamment substituée, la fonction chlorure d'acide est transformée par le dérivé organométallique en fonction alcool tertiaire, que le chlorure en présence transforme à son tour en éther sel. Le rendement en cétone se trouve de ce fait considérablement diminué.

$$CH^2 = \overset{C^2H^5}{\overset{|}{C}} - COCl \rightarrow CH^2 = \overset{C^2H^5}{\overset{|}{C}} - \overset{R}{\underset{R}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}} - O - CO - \overset{C^2H^5}{\overset{|}{C}} = CH^2.$$

Les réactions que nous venons de signaler ont été appliquées à un assez grand nombre d'exemples et, dans tous les cas, nous avons obtenu des résultats très satisfaisants. Toutefois, nous ferons toutes réserves au sujet de la constitution des cétones acétoxylées qu'on obtient intermédiairement lorsqu'on part des chlorures des acides β-acétoxylés. Il nous paraît très vraisemblable que ces cétones acétoxylées ne répondent pas, en réalité, à la formule de constitution normale.

Nous ajouterons que nous avions antérieurement essayé de préparer les cétones non saturées en employant les dérivés organométalliques du magnésium, et en faisant réagir ceux-ci soit sur le semiorthoxalate d'éthyle, soit sur l'éther β-éthoxycrotonique. Dans le cas de l'éther semiorthoxalique, la réaction est exprimée par les schémas suivants :

$$CO^2C^2H^5 - C(O - C^2H^5)^3 \rightarrow \begin{matrix} R - CH^2 \\ R - CH^2 \end{matrix} \Big\rangle \underset{OH}{\underset{|}{C}} - \underset{\searrow CH^2 - R}{C(O - C^2H^5)^2}$$

$$\rightarrow \begin{matrix} R - CH^2 \\ R - CH^2 \end{matrix} \Big\rangle \underset{OH}{\underset{|}{C}} - CO - CH^2 - R \rightarrow \begin{matrix} R - CH^2 \\ R - CH \end{matrix} \Big\rangle\!\!\!/\!\!/ C - CO - CH^2 - R.$$

Elle s'effectue, en fait, suivant ces prévisions; malheureusement, il est nécessaire d'employer un grand excès de dérivé organométallique, cinq molécules; en outre, la méthode ne conduit qu'à des cétones non saturées, d'un certain type, et elle utilise une matière première assez pénible à préparer.

Quant à l'action des dérivés organométalliques du magnésium sur l'éther

β-éthoxycrotonique, elle conduit bien, en fait, à des cétones non saturées, mais par une voie anormale. On pouvait prévoir la série des réactions suivantes :

$$CH^3 - C\begin{cases} O - C^2H^5 \\ CH - CO^2 - C^2H^5 \end{cases} \rightarrow CH^3 - C\begin{cases} O - C^2H^5 \\ CH \end{cases}\!\!-\!\!\!-\!\!\!-\!\!\!-C\begin{cases} R \\ OH \\ R \end{cases}$$

$$\rightarrow CH^3 - CO - CH^2 - C\begin{cases} R \\ OH \\ R \end{cases} \rightarrow CH^3 - CO - CH = C\begin{cases} R \\ R \end{cases}.$$

En réalité, il en est tout autrement; une seule molécule de dérivé organométallique réagit sur la fonction éther qui est transformée en fonction cétone, tandis qu'une seconde molécule élimine le groupement éthoxylé et le remplace par un alcoyle

$$CH^3 - C\begin{cases} O - C^2H^5 \\ CH - CO^2C^2H^5 \end{cases} \rightarrow CH^3 - C\begin{cases} R \\ CH - CO - R \end{cases}.$$

Les rendements sont, d'ailleurs, très peu satisfaisants, et il se forme une quantité considérable de produits de polymérisation.

En résumé, ces deux dernières réactions ne présentent qu'un intérêt théorique. Au contraire, les réactions basées sur l'emploi des dérivés organométalliques mixtes du zinc constituent de bonnes méthodes de préparation et elles présentent en outre, dans leur ensemble, un grand caractère de généralité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouveaux dérivés bromés de la pyridine.* Note de M. L. **Barthe**, présentée par M. A. Haller.

L'hypobromite de soude est sans action sur la pyridine à des températures inférieures à 100°; mais si, dans volume égal de pyridine et d'hypobromite, on ajoute peu à peu, et en agitant, de l'acide chlorhydrique, c'est-à-dire si l'on produit du brome naissant, le mélange s'échauffe. Si après avoir libéré tout le brome par des affusions successives d'acide chlorhydrique, on chauffe le mélange rendu acide au réfrigérant ascendant, on obtient une liqueur d'un beau jaune d'or, répandant une odeur qui rappelle celle de la nitrobenzine. En évaporant cette solution au bain-marie, il reste un résidu cristallin composé de chlorure de sodium, de chlorate de soude et d'un produit organique bromé. Ce dernier est facilement isolé au moyen de l'alcool

absolu qui l'abandonne cristallisé, après évaporation, et au bout d'un temps assez long. La présence d'un peu de pyridine, ce qui arrive quand elle est en excès par rapport à l'hypobromite ou au brome, gêne considérablement la cristallisation.

Bromhydrate de pyridine : C^5H^5N, HBr. — Les cristaux blancs obtenus fondent vers 25°, en un liquide huileux qui demeure en surfusion; ils sont très déliquescents. Abandonnés à l'air sur une plaque de porcelaine poreuse, ou sur du papier buvard, ils fondent et disparaissent. Sous cloche, au-dessus de l'acide sulfurique, il y a dissociation : le brome se sépare, et la pyridine distille vers l'acide sulfurique. On conserve bien ces cristaux sous cloche au-dessus du chlorure de calcium fondu. Ils sont solubles dans l'eau et l'alcool, insolubles dans l'éther sulfurique et le chloroforme. La solution aqueuse présente une réaction acide par suite de leur dissociation. Les alcalis déplacent la pyridine très aisément, au point qu'il est possible d'évaluer la pyridine dans la solution aqueuse de ces cristaux, à l'aide d'une solution alcaline titrée, et d'un indicateur approprié. Leurs solutions ne fournissent pas de précipité avec le chlorure de platine ou le chlorure d'or.

Les propriétés de ces cristaux et leur analyse démontrent qu'ils sont formés de bromhydrate de pyridine C^5H^5N, HBr.

Le dosage du brome se fait facilement, à l'état de bromure d'argent, après calcination avec la chaux. Celui de l'azote s'exécute à l'aide de la méthode Dumas. Enfin, pour le dosage du carbone, il nous a paru avantageux de retenir l'acide carbonique provenant de la combustion du carbone par l'oxyde de cuivre, dans une solution titrée et en excès d'eau de baryte contenue dans un tube à boules de Meyer.

Tribromopyridine : $C^5H^2NBr^3$. — Si, dans le mélange de pyridine et d'hypobromite en excès, chauffé au bain-marie, on fait dégager tout le brome par affusions successives d'acide chlorhydrique, ou si, dans la liqueur jaune dont il a été question plus haut, on ajoute directement du brome jusqu'à refus, on obtient, par refroidissement du mélange, de belles aiguilles rougeâtres renfermant encore un excès de brome non fixé, qu'elles perdent par exposition à l'air, ou mieux sous cloche au-dessus de l'acide sulfurique. D'ailleurs, pour purifier ces cristaux, il suffit de les faire cristalliser dans l'alcool anhydre. La liqueur primitive qui les a fournis abandonne encore par évaporation des cristaux moins rouges, qu'on pourrait prendre pour un nouveau composé. Des analyses nombreuses et non concordantes nous ont fait connaître que ces seconds cristaux étaient formés d'un mélange d'aiguilles rougeâtres qui se déposent par refroidissement et de cristaux de bromhydrate de pyridine dont nous avons déjà parlé.

Les cristaux rouges obtenus sont très stables. Ils fondent à 89°-90°. Ils distillent sans décomposition à 230° ($H = 760$), en fournissant un liquide huileux qui cristallise sur les parois du verre par refroidissement.

Ils sont peu solubles dans le chloroforme et dans l'éther. Projetés dans une solution hydro-alcoolique de sublimé, ils donnent immédiatement un précipité blanc jaunâtre, grâce à la dissociation qui se produit.

L'alcool anhydre les dissout sans décomposition.

Ils précipitent par les chlorures d'or et de platine.

Ces caractères chimiques les différencient nettement des cristaux blancs déjà analysés et en font très vraisemblablement une tribromopyridine = $C^5H^2NBr^3$. L'analyse montre d'ailleurs qu'ils répondent à cette formule.

Monobromopyridine : C^5H^4NBr. — Si à de la pyridine on ajoute du brome avec ménagement et qu'on évapore au bain-marie l'excès de ce dernier, on obtient un résidu gommeux. Si l'on vient à traiter ce résidu par de l'alcool anhydre, on a, après quelques mois, la solution ayant été laissée sous cloche, des cristaux incolores, un peu déliquescents, se dissociant facilement, surtout en présence des alcalis qui les décomposent immédiatement en brome et pyridine. Tant qu'ils ne se sont pas dissociés, ils paraissent indifférents au tournesol bleu et rouge. Leur solution alcoolique précipite par les chlorures d'or et de platine.

Ils fondent à 212°, en brunissant.

L'analyse leur assigne la formule d'une *monobromopyridine* = C^5H^4NBr.

Le *bromhydrate de pyridine,* de réaction acide, ne saurait être assimilé à la *monobromopyridine,* de réaction alcaline. E. Grimaux [1] avait obtenu un bromhydrate de pyridine bibromé $(C^5H^5NBr^2)^2HBr$ par l'action du brome sur la pyridine : ce composé fond à 126°, et E. Grimaux lui assigne cette formule par analogie avec le bromure de quinoléine qu'il avait préparé antérieurement.

Une *tribromopyridine* C^5H^2BrN a été signalée par Willstätter [2], qui l'a obtenue en chauffant la tétrabromotropinone avec de l'acide nitrique : elle fond à 167°-168°, et, de plus, ses propriétés sont tout à fait différentes des magnifiques cristaux rougeâtres que nous avons préparés.

Enfin, la *monobromopyridine* C^5H^5NBr, obtenue par nous cristallisée, se différencie de la bromopyridine d'Hofmann [3], produit accessoire de la préparation de la dibromopyridine ; le produit d'Hofmann, préparé également par G. Ciamician et Dennstedt [4] en faisant agir le bromoforme sur le pyrrol potassé, est une huile distillant à 169°,5 à la pression ordinaire. Enfin, la monobromopyridine de G. Ciamician et P. Silber [5], résultat de l'action du brome sur le chlorhydrate de pyridine, est une huile distillant à 174°.

Les trois dérivés bromés de la pyridine que nous signalons dans cette Note ne paraissent donc pas encore avoir été préparés.

---

(1) E. Grimaux, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXVIII, 1882, p. 124.

(2) Willstätter, *in* Beilstein, *Chim. org.*, t. IV, p. 106.

(3) Hofmann, *in* Beilstein, *Chim. org.*, t. IV, p. 106.

(4) G. Ciamician et Dennstedt, *Ber. der d. ch. G.*, t. XV, 1882, p. 1172.

(5) G. Ciamician et P. Silber, *Ber. der d. ch. G.*, t. XVIII, 1886, p. 721.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de quelques éthers γ et δ-bromés sur les éthers cyanacétique, malonique et méthylmalonique. Formation d'acides cyclopropane-carboniques.* Note de M. G. **Blanc**, présentée par M. A. Haller.

Dans un travail d'ensemble sur la synthèse de certains acides bibasiques ([1]), j'ai montré qu'on pouvait, en réduisant par le sodium et l'alcool les anhydrides de la série succinique et glutarique, obtenir des lactones avec un rendement assez avantageux pour en faire des matières premières abordables pour des travaux subséquents. J'ai également montré que, si l'on s'adresse à un acide dissymétrique, on a toujours un mélange de deux lactones provenant de la réduction de l'un ou l'autre carboxyle. C'est ainsi que l'acide isopropylsuccinique, par exemple, conduit aux deux lactones :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH.\underset{\displaystyle CH^2-CH^2}{\overset{}{CH}}\!\!=CO\!\!\diagdown\!\!O\!\!\diagup \quad \text{et} \quad \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-\underset{\displaystyle CH^2-CO}{CH}-CH^2\!\!\diagdown\!\!O\!\!\diagup.$$

Ce mélange de lactones peut être converti par l'action successive du pentabromure de phosphore et de l'alcool absolu en éthers γ ou δ-bromés, selon qu'on s'adresse à une γ ou une δ-lactone. Enfin, ces éthers bromés réagissent facilement avec les dérivés sodés des éthers cyanacétique, malonique ou méthylmalonique.

Toutefois, pour les éthers γ-bromés, il y a une différence essentielle entre ceux qui dérivent des lactones du type (I) et ceux qui dérivent des lactones du type (II).

Avec les premiers, il se produit la condensation prévue, par exemple,

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH.\underset{\displaystyle CH^2-CH^2.Br}{CH}-CO^2C^2H^5 + NaCH\!\!<\!\!\begin{matrix}CO^2C^2H^5\\CO^2C^2H^5\end{matrix}$$
$$= NaBr + \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH.\underset{\displaystyle CH^2-CH^2.CH\!\!<\!\!\begin{matrix}CO^2C^2H^5\\CO^2C^2H^5\end{matrix}}{CH}-CO^2C^2H^5.$$

C'est ainsi que la méthode que j'ai imaginée se prête à l'obtention des

---

([1]) *Synthèses d'acides bibasiques* (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXIII, p. 879 à 911).

acides bibasiques de la série glutarique ou adipique α-alcoylés ou αα-dialcoylés.

Au contraire, avec les seconds (dérivés du type II), il y a simplement élimination de HBr avec formation d'un éther cyclopropane-carbonique ainsi qu'il va être montré dans cette Note.

On aura, par exemple,

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH.\underset{\displaystyle CH^2-CO^2C^2H^5}{\underset{|}{CH}}-CH^2.Br + NaCH\!<\!\begin{matrix}CO^2C^2H^5\\CO^2C^2H^5\end{matrix}$$

$$= NaBr + CH^2\!<\!\begin{matrix}CO^2C^2H^5\\CO^2C^2H^5\end{matrix} + \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH-\underset{\displaystyle CH-CO^2C^2H^5}{\underset{|\diagup}{CH.CH^2}}$$

Acide 2.2-*diméthylcyclopropane-carbonique :*

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!\underset{\displaystyle CH-CO^2H}{\underset{|\diagup}{C-CH^2}}$$

L'éther de cet acide se forme, lorsqu'on traite par le cyanacétate d'éthyle sodé, par le malonate ou le méthylmalonate d'éthyle sodés, l'éther γ-bromé résultant de l'action successive du pentabromure de phosphore et de l'alcool sur le mélange des lactones formées dans la réduction de l'acide αα-diméthylsuccinique. L'éther 2.2-diméthyl-γ-bromobutyrique se condense avec l'éther sodé en donnant un éther cyanodicarbonique ou tricarbonique; au contraire, l'éther 3.3-diméthyl-γ-bromobutyrique perd BrH en donnant l'éther 2.2-diméthylcyclopropane carbonique. Ce corps bout à 90° sous 15mm; l'acide correspondant est une huile d'odeur butyrique très prononcée bouillant à 100° sous 10mm. Ce corps est extrêmement stable vis-à-vis du permanganate même à la température ordinaire. La décoloration ne se produit qu'après plusieurs heures.

L'amide $(CH^3)^2C^3H^3COAzH^2$ cristallise dans l'alcool en tables fusibles à 177°; elle est notablement soluble dans l'eau.

Acide 2.1.*isopropylcyclopropane-carbonique :*

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH.\underset{\displaystyle CH-CO^2H.}{\underset{|}{CH}}\!\!-\!\!-\!\!-\!CH_2$$

Son éther s'obtient comme le précédent à partir de l'acide isopropylsuccinique. Il bout à 95°-100° sous 10mm. L'acide lui-même est une huile d'odeur butyrique désagréable; il bout à 115° sous 15mm.

Il est aussi stable vis-à-vis du permanganate que son homologue inférieur.

Son amide $C^3H^7C^3H^4COAzH^2$ est en tables fusibles à 166°-167°. Son anilide $C^3H^7C^3H^4COAzHC^6H^5$ se présente en aiguilles solubles dans l'alcool, très peu solubles dans l'éther de pétrole, fusibles à 117°.

Cet acide est très probablement identique à l'acide obtenu par Ipatieff [1] en condensant le bromure d'isoamylène avec le malonate d'éthyle sodé.

Acide diméthyl-3.3-penténoïque-(4.5) :

$$\begin{array}{ccc} CH^3 & \diagdown\quad\diagup & CH^3 \\ & C & \\ CH & \diagup\quad\diagdown & CH^2 \\ \| & & | \\ CH^2 & & CO^2H. \end{array}$$

Le produit de condensation de l'éther diméthyl-3.3-δ-bromovalérique avec le malonate ou le méthylmalonate d'éthyle sodé renferme, à côté de l'éther tricarboné attendu, une portion qui bout à 90° sous 8^{mm}.

La saponification de cet éther fournit un acide huileux qui bout à 112°-115° sous 12^{mm} et dont l'amide fond à 98°.

Cet acide est oxydé instantanément par le permanganate en solution alcaline à la température de — 5°. Le produit d'oxydation renferme principalement l'acide $\alpha\alpha$-diméthylsuccinique, ce qui démontre sa constitution.

Il ne s'est donc pas formé, dans ce cas, d'anneau tétraméthylénique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la saccharification de l'amidon soluble par l'extrait d'orge.* Note de MM. **A. Fernbach** et **J. Wolff**, présentée par M. Roux.

L'un de nous a montré dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 17 juin 1907) que les dextrines les plus résistantes, qui proviennent de la saccharification de l'empois d'amidon par l'extrait de malt, ne peuvent pas être transformées en maltose par l'extrait d'orge à la température de 45°.

Si, au lieu d'opérer à 45°, on abaisse la température à 30°, les choses se passent d'une manière tout à fait différente, et, pourvu qu'on poursuive l'expérience pendant un temps suffisant, on observe la dextrinisation progressive de l'amidon et sa transformation en maltose. Comme l'extrait d'orge est presque totalement dénué de propriétés liquéfiantes, nous avons employé des empois liquéfiés au préalable par chauffage à 150°. D'autre part, nous nous sommes demandé si l'extrait d'orge ne peut pas subir des modifications analogues à celles que MM. Maquenne et Roux ont observées pour l'extrait de malt (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1387), c'est-à-dire

---

[1] Ipatieff, *Journal de la Soc. phys. chim. russe,* t. XXXIV, 1902, p. 351.

acquérir par une conservation prolongée des propriétés qu'il ne possède pas à l'état frais.

Pour résoudre ces questions, nous avons préparé deux ballons renfermant chacun 4^g de fécule, très voisine de la neutralité, dans 370^{cm^3} d'eau, qui ont été additionnés, après chauffage à 150°, l'un de 30^{cm^3} d'extrait d'orge frais à 10 pour 100, l'autre de 30^{cm^3} d'une macération de la même orge, préparée dans les mêmes conditions, et conservée sous le toluène depuis 25 jours. Les volumes des deux ballons ont été ramenés, après cette addition, exactement à 400^{cm^3}. Le maltose a été dosé à diverses époques sur des échantillons prélevés dans ces ballons, et le chiffre trouvé a été corrigé de celui fourni par des ballons témoins renfermant les extraits d'orge correspondants. Voici les résultats de ces expériences exprimés en maltose pour 100 de fécule (1).

	Coloration par l'iode.		Extr. d'orge frais.		Extrait d'orge de 25 jours.	
Temps.	Extr. frais.	Extr. conservé.	I.	II.	I.	II.
20 heures...	Violet	Violet	76,85	73,7	76,85	73,7
44 » ...	Rouge	Violet	80,8	75,9	80,8	75,9
68 » ...	Rouge	Incolore	84,5	76,45	92,2	83,45
92 » ...	Brun	»	86,4	77,57	94,9	84,0
116 » ...	Brun pâle	»	87,9	78,35	95,9	84,6
164 » ...	Jaune brun	»	89,4	82,38	97,0	88,9
212 » ...	Incolore	»	92,1	87,8	100,2	92,0
332 » ...	»	»	94,9	»	103,5	»

Nous nous sommes assurés qu'avec le temps on peut arriver exactement aux mêmes résultats quel que soit l'amidon soluble employé.

Il résulte donc de ces expériences qu'avec l'extrait d'orge, en opérant dans des conditions convenables de température et de milieu, on arrive à transformer en maltose, comme avec l'extrait de malt, les dextrines les plus résistantes; seulement, l'action est beaucoup plus lente, ce qui tient à ce que les diastases de l'extrait d'orge sont beaucoup moins énergiques que celles de l'extrait de malt. Voici en effet une expérience qui prouve que ce n'est pas la quantité de diastase qui joue un rôle dans le phénomène observé.

Nous avons fait agir, sur 25^{cm^3} d'une solution à 2 pour 100 d'amidon soluble absolument neutre : d'une part de l'extrait de malt (1^{cm^3} et 2^{cm^3}); d'autre part, de l'extrait

(1) Les chiffres des colonnes I ont été obtenus par la méthode habituelle de décoloration de la liqueur de Fehling; ceux des colonnes II par la méthode de Mohr, modifiée par M. Bertrand (*Bul. Soc. chim.*, t. XXXV, 1906, p. 1285).

d'orge frais (10^{cm^3}) et conservé pendant 60 jours (10^{cm^3}). Après 3 heures de séjour à 45°-46°, nous avons trouvé les quantités suivantes de maltose :

Avec	1^{cm^3} extrait de malt	$0^g,420$
Avec	2 »	0,424
Avec	10 extrait d'orge frais	0,298
Avec	10 » de 60 jours	0,289

Un autre fait inattendu qui résulte de nos expériences, et qui nous semble très digne de remarque, c'est que l'extrait d'orge, frais ou conservé, peut transformer à 30° des dextrines sur lesquelles il ne peut agir à 45°. A cette dernière température, il laisse un résidu de dextrine stable, de même que l'extrait de malt en laisse un au-dessus de 60°. On sait, depuis les travaux de Lintner et Eckhardt (*Journ. prakt. Chem.*, t. XLI, 1890, p. 41) que l'optimum de température des deux diastases est différent lorsqu'il s'agit de la formation de maltose dans la phase rapide de la saccharification; il est également différent au point de vue de la transformation en maltose des dextrines résistantes.

MINÉRALOGIE. — *Sur les roches alcalines de l'Afrique centrale.* Note (¹) de M. **R. Chudeau**, présentée par M. A. Lacroix.

Depuis quelques années déjà, on a signalé dans le Centre africain l'existence d'une province pétrographique caractérisée par des roches riches en alcalis, pauvres en chaux et en magnésie.

Les principaux gisements sont M'bourao (vers 10° lat. N., 12° long. E.) (Hubert, *Comptes rendus*, 1904), Gouré (A. Lacroix, *Comptes rendus*, 2 janvier 1905), Zinder, Iférouane, le flanc méridional du Tassili des Azdjer (Gentil, in Foureau, *Doc. Sc. de la Mission saharienne*, 1905). J.-B.-M. Flamand (*Bulletin du Comité de l'Afrique française*, 1903) avait indiqué des roches analogues dans l'Ahaggar.

Les matériaux que j'ai rapportés permettent de préciser les conditions de gisement de quelques-unes de ces roches et de limiter cette province vers l'Ouest.

La rhyolite d'In Zize (23° lat. N., 0° long.) contient, dans une pâte à quartz globulaire, de grands cristaux de quartz et d'orthose ; elle est riche

(¹) Présentée dans la séance du 24 juin 1907.

en amandes avec larges sphérolithes de feldspath passant à la micropegmatite, mais ne contient pas les éléments caractéristiques de la province alcaline, qui commencerait à l'Ahaggar.

La phonolite ægyrinique de l'Adjellela (vers 23° lat. N., 3° long. E.) avec cristaux distincts de néphéline, s'y rattache certainement.

L'Adjellela est un plateau *basaltique*, protégé par des coulées de phonolite dont la puissance considérable dépasse 100^m. La base de ces coulées est à 150^m au-dessus des vallées voisines et la partie inférieure du plateau est formée de granulite rose et d'un granite porphyroïde, coupés de filons d'une pegmatite à gros feldspaths. Cette profondeur de l'érosion ne permet pas de préciser l'âge de la coulée, mais indique qu'elle est assez ancienne (Miocène supérieur? Pliocène?).

L'activité volcanique dans l'Ahaggar a été de longue durée; on trouve des coulées à diverses hauteurs au-dessus des vallées. Celle de l'Adjellela est une des plus hautes; la plus jeune que j'ai vue descend de l'Adrar Ouan R'elachem (23° lat. N., 2° long. E.) jusqu'à Silet. Les basaltes sont dans la vallée même de l'oued Ir'ir'i, par suite récents [1]. Roche (ROLLAND, *Géologie du Sahara algérien*, 1890, p. 247) en a signalé d'aussi jeunes dans la région de l'Éguéré (26° lat. N., 3° long. E.) au nord de l'Ahaggar.

Dans l'Aïr, Gentil a décrit un granite (683), une phonolite (714) et un trachyte (718) alcalins. Je puis y ajouter une rhyolite provenant d'Asoday (ramassée dans l'oued), à structure fluidale très nette, riche en boutonnières (autopneumatolyse) à structure sphérolithique d'orthose sodique, avec microlites et cristallites de riébeckite. Le centre de la boutonnière est parfois occupé par des cristaux d'albite, d'œgyrine et de quartz. Elle se rapproche de la rhyolite d'Hadjer-el-Hamis (LACOIN, *Bull. Soc. géolog. de France*, 4e série, t. III, 1903) et surtout des roches provenant de l'Afar (ARSANDAUX, *Contribution à l'étude des roches alcalines de l'Est africain*, 1906, p. 48-50).

Le caractère volcanique des montagnes de l'Aïr est connu depuis les voyages de Barth (1850) et de von Bary (1877). Quelques cratères sont encore reconnaissables et plusieurs coulées sont au niveau des oueds, près d'Aoudéras notamment, dans le sud de l'Aïr. Plus au nord, près d'Iférouane, l'oued Kadamellet traverse un plateau d'une cinquantaine de mètres d'élé-

---

(1) La fréquence, le long des oueds du Sahara, de tombeaux, dont quelques-uns au moins contiennent des objets de fer, montre bien que, jusqu'à une époque peu reculée, ces oueds ont coulé.

vation, couronné par une coulée, épaisse de 10^m, de basalte doléritique à structure ophitique.

Dans une Note récente (*La Géographie*, mai 1907), j'ai insisté sur le caractère très particulier des reliefs de l'Aïr. Il y a un contraste très net entre les parties basses stratifiées, qui sont des pénéplaines très usées, et les parties hautes éruptives, à peine touchées par l'érosion. Ceci ne peut guère s'expliquer que par des phénomènes de construction; les sommets sont des *dômes* récents et l'érosion n'a pas eu le temps de raccorder leur topographie à celle de la pénéplaine. Bien que l'Aïr soit à la limite des pluies tropicales, il y pleut tous les ans; le massif volcanique de l'Aïr est donc jeune.

Les microgranites que le commandant Moll a rapportés de Gouré ont été décrits (A. Lacroix, *loc. cit.*). Ils occupent toute la province du Mounyo, longue d'une cinquantaine de kilomètres du nord au sud et large d'une trentaine. Les petits massifs d'Yamia, près duquel Foureau note des granites roses et bleuâtres (*loc. cit.*, p. 660) et de Mia que j'ai vu de loin, au sud-est du Mounyo, sont probablement de même nature.

Le Mounyo est constitué par une série de cuvettes qu'entourent des mamelons hauts de 60^m à 80^m, constitués entièrement par les microgranites. Le fond des cuvettes renferme quelques alluvions correspondant à des mares d'hivernage, mais il est surtout occupé par une couche de sable qui monte à mi-côte des mamelons. Ce sable est uniquement quartzeux au moins sur une assez grande épaisseur; il n'a pas du tout les caractères d'une arène granitique. Malgré cet ensablement, on trouve parfois, au fond des cuvettes, un granite de même composition que la roche de Gouré, ce qui semble indiquer que le Mounyo est constitué par un massif de granite dont les microgranites seraient la forme de bordure.

Il semble que chaque cuvette, malgré ses petites dimensions, constitue un bassin hydrographique fermé; si ce fait, que l'état, encore peu avancé de l'étude topographique du Mounyo, ne permet pas d'affirmer en toute sécurité, est exact, il serait une preuve très forte du peu d'ancienneté des microgranites de Gouré.

Je n'ai vu qu'en un seul point les relations des microgranites avec les terrains sédimentaires : à 200^m environ au nord du poste de Gouré, on trouve des grès et des argiles en couches horizontales qui, quelques kilomètres plus loin, vont disparaître, en concordance, sous les grès du Koutous; elles appartiennent donc à la partie supérieure des grès du Tegama, c'est-à-dire au Crétacé. Jusqu'à une dizaine de mètres des microgranites, ces strates, légèrement disloquées, sont injectées de filons de quartz et

passent aux micaschistes. Je n'ai d'ailleurs pu trouver dans les bancs à gros éléments des grès du Koutous aucun galet attribuable aux roches du Mounyo. Les roches de l'Afar sont certainement postkiméridgiennes ; celles de Gouré, postturoniennes. Il est probable qu'elles sont beaucoup plus récentes et que, comme les roches d'Hadjer-el-Hamis et de l'Aïr, avec lesquelles elles présentent tant d'analogie, elles sont tertiaires.

Il en est probablement de même des roches de Zinder; près de Tirminy (25^{km} ouest de Zinder) elles disparaissent et font place à des grès crétacés. L'ensablement ne m'a pas permis de voir le contact.

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle Myxosporidie parasite de la Sardine.* Note de MM. L. Léger et E. Hesse, transmise par M. Alfred Giard.

Au cours de nos recherches de parasitologie sur les Poissons, nous avons observé, dans la vésicule biliaire des Sardines (*Clupea pilchardus* Walb. = *Alosa sardina* Cuv.) de la Méditerranée, une nouvelle Myxosporidie qui, par l'ensemble de ses caractères, mérite, croyons-nous, de constituer un genre nouveau. En raison de la forme de la spore nous lui donnons le nom générique de *Coccomyxa* et nous la distinguerons sous le nom spécifique de *C. Morovi*, la dédiant à notre ami Th. Moroff qui a bien voulu recueillir pour nous du matériel nécessaire à son étude.

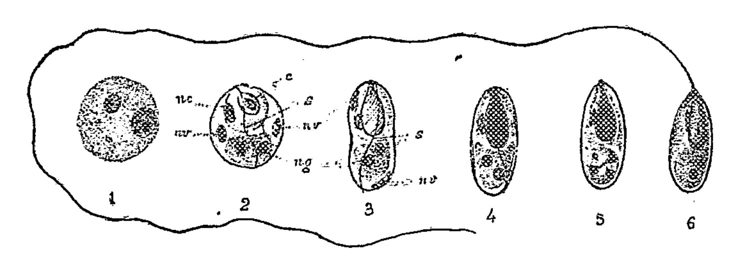
Nous n'avons trouvé ce parasite que dans des Sardines pêchées au large de la baie de Cavalière (Var) pendant les premiers jours de mai. Il était toujours en compagnie de *Ceratomyxa truncata* Thélohan, Myxosporidie connue depuis longtemps chez ce Poisson; mais, tandis que cette dernière espèce est des plus fréquentes dans les Sardines de la Méditerranée, *Coccomyxa* est au contraire extrêmement rare.

Le parasite se rencontrait dans le liquide biliaire surtout sous forme de spores nombreuses, libres, mûres ou en voie de développement et, plus rarement, à l'état végétatif. La spore étant l'élément le plus caractéristique de cet organisme, nous la décrirons tout d'abord.

La spore de *Coccomyxa* ovoïde, à paroi lisse, sans aucune espèce d'appendice, rappelle beaucoup celle des Microsporidies, mais elle est plus grosse, car elle atteint en moyenne 14^{μ} de long sur 5^{μ} à 6^{μ} de large (*fig.* 4 et 5). Au pôle antérieur se trouve une capsule polaire *unique*, piriforme, très grande (6^{μ}), atteignant près de la moitié de la longueur de la spore et montrant à sa surface le noyau capsulaire longtemps persistant. Un filament spiral de 170^{μ}, c'est-à-dire 12 fois plus long que la spore, jaillit assez facilement de la capsule suivant une direction rectiligne ou à peine ondu-

lée ([1]). Le sporoplasma occupe la moitié postérieure de la spore. Il est constitué par un plasma assez fortement chromatique, *sans vacuole,* avec deux noyaux sphériques à réseau chromatique condensé (*fig.* 3 et 4). Dans certaines spores, le sporoplasma possède quatre noyaux plus petits provenant de la division des deux premiers et reliés deux à deux par un fin tractus chromatique (*fig.* 5).

La paroi de la spore est formée par deux valves dont la ligne de suture, quelque peu ondulée, est légèrement oblique par rapport au grand axe. Chacune des valves dérive, comme chez les autres Phænocystes, d'une cellule valvaire dont le noyau reste assez longtemps visible sur les côtés de l'élément (*nv*, *fig.* 3).



Coccomyxa Morovi Léger et Hesse (X, 1000) : *nv*, noyaux des cellules valvaires; *ng*, noyaux du sporoplasma; *nc*, noyau de la cellule capsulaire; *c*, capsule en voie de formation; *s*, ligne de suture des valves.

Les sporoblastes que l'on rencontre également libres dans le liquide biliaire, mais dont nous n'avons pu suivre les premiers stades du développement, sont monosporés. Ce sont des masses sphériques (*fig.* 2) de 11^{μ} de diamètre qui montrent les deux cellules valvaires (*nv*) larges enveloppant la masse sporoplasmique avec ses deux noyaux (*ng*) apparus de très bonne heure et la cellule capsulogène (*nc*), dans laquelle commence à se différencier la capsule (*c*). Peu à peu les cellules valvaires se rétractent, enserrant capsule et plasma dans une paroi lisse, bivalve, en même temps que la spore prend sa forme ovoïde allongée, définitive (*fig.* 3 et 4).

Les quelques jeunes stades végétatifs observés se présentaient sous la forme d'un corps protoplasmique à contour à peu près circulaire de 11^{μ} à 12^{μ} de diamètre avec deux noyaux de taille un peu différente (*fig.* 1).

Toutes les masses sporogènes et toutes les spores que nous avons rencontrées étaient libres et isolées, ce qui nous donne à penser que *Coccomyxa* est une Myxosporidie monosporée. Sans vouloir nous baser sur ce caractère pour rechercher ses affinités, nous ferons seulement remarquer que, par ses spores ovoïdes à capsule unique, volumineuse et à long filament, elle n'est pas sans rapport avec les Microsporidies, mais que, par le développement et la constitution histologique de la spore, elle nous paraît plutôt devoir

---

([1]) Dans notre dessin, nous avons représenté ce filament recourbé, pour économiser l'espace; en réalité, il était à peu près rectiligne dans nos préparations.

rentrer dans le groupe des Phænocystes. Nous la placerons donc provisoirement dans ce groupe, en attendant qu'une connaissance plus approfondie de la spore des Cryptocystes nous indique si elle présente avec ces dernières des affinités plus étroites.

On sait, du reste, qu'il existe parmi les Phænocystes une espèce, le *Myxobolus piriformis* Thélohan, qui ne possède normalement qu'une seule capsule polaire. On pourrait être tenté de rapprocher de cette espèce notre *Coccomyxa*, mais il s'en éloigne nettement par de nombreux caractères : forme des valves et direction de la suture valvaire, absence de vacuole dans le sporoplasma, pansporoblastes monosporés et vie libre dans le liquide biliaire. Le genre *Coccomyxa* n'ayant ainsi aucun des caractères essentiels des *Myxobolidæ*, nous proposons de former pour lui une nouvelle famille, la famille des *Coccomyxidæ*, que nous rattachons aux Phænocystes et qui représenterait un groupe intermédiaire entre ces dernières et les Cryptocystes ou Microsporidies.

ZOOLOGIE. — *Les organes génitaux de* Tænia nigropunctata *Corty et, en particulier, l'organe para-utérin.* Note (1) de M. **Pasquale Mola**, transmise par M. Yves Delage.

En 1890, Crety (2) en décrivant le *Tænia nigropunctata*, découvert par lui, a signalé un organe singulier, tube contourné, cylindrique, qui parcourt longitudinalement et médianement chaque proglottide. Le tube est placé en arrière de l'utérus et au-devant d'une masse brune, formée d'innombrables corpuscules de formes très variables.

L'occasion s'étant présentée de trouver dans une *Caccabis petrosa*, capturée en Sardaigne, quelques exemplaires du Tænia ci-dessus, j'ai voulu étudier l'organisation des organes génitaux et spécialement l'organe para-utérin.

Pour s'orienter dans la disposition de l'appareil génital, on peut se servir de la figure 1.

Le porus génital de chaque proglottide est bien distinct; il y a un atrium génital assez profond au fond duquel se trouve l'embouchure du pénis en haut, et le vagin en bas. L'appareil reproducteur mâle consiste en un petit nombre de testicules (12-14); les canaux efférents en se réunissant forment le déférent, lequel, après de nombreuses

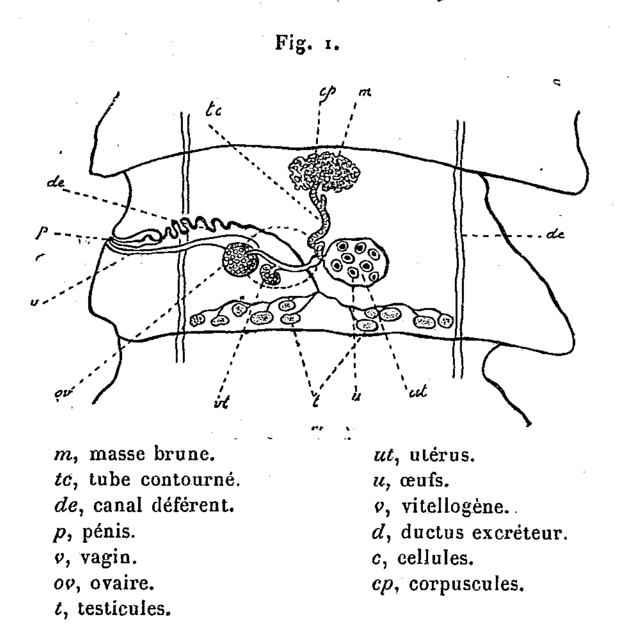
---

(1) Reçue dans la séance du 24 juin 1907.

(2) Crety, *Cestodi della* Coturnix communis *Jon.* (*Boll. dei Mus. di Zool. e Anat. comp. della R. Univers. di Torino*, t. V, n° 88, 1890).

circonvolutions, arrive aux canaux excréteurs longitudinaux et débouche dans la poche du pénis. Le pénis est mince et long. L'ovaire est très petit, ovoïde; il se trouve au quart de la distance entre le bord postérieur et le pore génital. L'oviducte a un parcours oblique vers le bas, puis remonte sur la ligne médiane vers l'utérus en formant une large courbure à concavité interne. Le vagin, étroit d'abord, est situé en arrière de la poche du pénis, et court parallèlement à l'axe transversal de la proglottide; ensuite, avant de se mettre en relation avec l'oviducte, il s'élargit et forme le *receptaculum se-*

Fig. 1.



m, masse brune.
tc, tube contourné.
de, canal déférent.
p, pénis.
v, vagin.
ov, ovaire.
t, testicules.
ut, utérus.
u, œufs.
v, vitellogène.
d, ductus excréteur.
c, cellules.
cp, corpuscules.

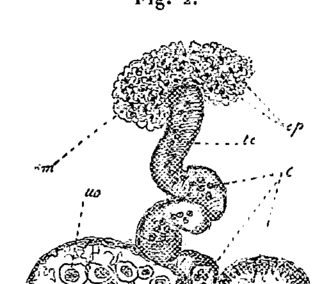
minis, piriforme. Le vitellogène, petit et réniforme, se compose de nombreuses granules vitellines qui se colorent très fort; le court ductus vitellin débouche après l'ouverture du vagin. Les glandes sont très difficiles à distinguer, en sorte qu'il est impossible de donner des indications exactes à leur sujet. L'utérus se forme très vite, il est visible, à la partie postérieure des proglottides les plus jeunes : dans les plus mûres on observe un sac allongé dans le sens transversal, avec un profond étranglement dans la moitié où est placé l'organe para-utérin. La structure histologique de l'utérus consiste en un épithélium de cellules internes à noyau bien distinct et de cellules piriformes externes. A l'état de maturité complète toute la couche médiane, comprise entre les excréteurs longitudinaux, est occupée par une vaste cavité imparfaitement divisée en nombreuses et petites loges d'un tissu parenchymateux dans lequel se trouvent les œufs au nombre de 2 à 5 avec les larves incluses. Il ne reste nulle trace des autres organes; ils se sont atrophiés.

Le tube contourné (*fig.* 2) [1], qui parcourt sur la ligne médiane chaque proglottide, part de l'utérus et se porte en avant avec un parcours ondulé. Il est formé par

[1] Pour l'explication des lettres, voir la figure 1.

une couche cellulaire, dans laquelle le cytoplasme des cellules, adhérant aux noyaux, prend la forme de fuseaux, et les axes relatifs des fuseaux étant presque parallèles constituent un manchon. Les autres éléments cellulaires présentent un cytoplasme réduit, filiforme, dont les nombreux filaments se colorent très fort et se portent de la périphérie vers le centre, laissant dans l'intérieur une petite cavité. Dans l'intérieur de cette cavité, j'ai remarqué, dans les coupes transversales comme dans les longitudinales, des cellules

Fig. 2.



arrondies, amassées au centre de la lumière du tube. Dans le parenchyme médian, antérieur à chaque proglottide, on observe une masse brune, constituée par de très nombreux corpuscules, petits et d'une forme très variée, ronds, allongés en bâtonnets, d'une nature chitineuse, qui sont colorés en brunâtre à l'extérieur, en jaune cèdre à l'intérieur. Ces corpuscules se trouvent dans une masse parenchymateuse, aréolaire, dans laquelle les noyaux, petits et se colorant par l'hématoxyline en bleu intense, sont répandus asymétriquement. Le tout enveloppe le tube cylindrique à partir du point où celui-ci se divise pour se porter postérieurement vers l'utérus.

Quelle est la fonction du tube contourné (organe para-utérin)? Quelle est celle de la masse brune avec les corpuscules? Je n'ai pu trouver dans mes préparations une phase de développement plus avancée, où l'on aurait pu voir la masse des œufs engagée dans l'organe para-utérin, comme l'affirment quelques auteurs (1).

Avant, au contraire, j'ai noté la présence de cellules qui vont de l'organe en discussion à l'utérus. Les cellules qu'on remarque dans le tube contourné servent, je crois, à la formation de l'abondant tissu parenchymateux qu'on rencontre dans chaque logette utérine, enveloppant les œufs, comme en effet le démontre la présence de ces

(1) A. Cerruti, *Di un tenioide dell'* Alauda Arvensis *con riguardo speciale ad un organo para-uterino* (*Atti della R. Acc. delle Scienze fis. e mat. di Napoli*, t. XI, 2e série, n° 6, 1901). — B.-H. Ranson, *A new avian cestode : Metroliasthes lucida.* (*Studies from the Zool. laboratory Lincoln, Nebraska. Transactions American microscopical Society*, 1900).

cellules dans l'utérus. Elles ne sauraient servir à une autre fonction, car les œufs que j'ai rencontrés dans l'utérus jeune sont beaux et montrent les embryons à leur intérieur.

Les parois de l'utérus formeraient en se développant les parois des logettes utérines, et la masse parenchymateuse intérieure, englobant deux à quatre œufs, serait un produit des cellules qu'on rencontre dans le tube contourné. La masse brune est pour moi l'élément générateur de ces cellules, dont les unes émigrent dans le tube, tandis que les autres se transforment en fins corpuscules.

Enfin, on ne peut pas admettre ce que dit Crety : « Probabilemente tutti quei numerosi corpuscoli oscuri et giallognoli che osservansi nella macchia bruna di tutte le proglottidi debbonsi ad una metamorfosi regressiva delle glandole genitali femminili, perche gli organi femminili (ovario, vitellogeno et glandole del guscio), come innanzi ho detto, trovansi nella parte posteriore della proglottide. »

BIOLOGIE. — *L'action des basses températures sur les œufs et les chenilles du* Paralipsa gularis *Zeller*. Note de M. J. de Loverdo, présentée par M. d'Arsonval.

Depuis fort longtemps, en Provence, les magasins où l'on dépose les amandes sont envahis par un Microlépidoptère qui cause les plus grands ravages sur les fruits décortiqués et même aux amandes à coque tendre ou mi-tendre; il ne respecte que les fruits à enveloppe dure.

Cet insecte, que nous venons de faire déterminer par M. Pierre Lesne, du Muséum, appartient à une espèce originaire du Japon et constatée en Chine et au nord de l'Inde (Bhoutan), mais qu'aucun entomologiste n'a signalée, jusqu'ici, ni en France, ni en Europe : c'est le *Paralipsa gularis* Zeller, dont l'acclimatation en Provence fait actuellement, de notre part, l'objet d'une enquête.

A côté de cette espèce exotique on a trouvé dans les amandes attaquées un petit nombre de représentants du *Plodia interpunctella* Hb., espèce indigène.

Les papillons de *Paralipsa* déposent leurs œufs de préférence sur les fruits, afin que les futures chenilles aient une nourriture abondante à leur portée, ou bien sur les sacs, les boiseries voisines, etc. Les œufs adhérent sur les objets qui les supportent.

Les chenilles, auxquelles les œufs donnent naissance, attaquent les amandes, les rongent, les perforent et y creusent de profonds sillons. Les dégâts qui en résultent sont d'autant plus considérables que les amandes ainsi envahies communiquent le

mauvais goût des larves minuscules qu'elles renferment, aux préparations de pâtisserie auxquelles elles sont généralement destinées.

Les premières attaques des chenilles commencent en avril-mai et durent pendant toute la bonne saison, jusqu'en octobre. L'insecte n'ayant pas encore été étudié au point de vue biologique, on ne peut guère préciser le nombre de ses générations successives, qui paraissent être nombreuses.

Les moyens employés jusqu'ici pour combattre l'insecte ou atténuer ses ravages consistent dans le badigeonnage à la chaux vive des murs, des poutres, des tréteaux et autres objets offrant un asile à la ponte des papillons, dans la fermeture hermétique des magasins de dépôt, pendant les heures chaudes de la journée, l'aération pendant la nuit, etc... Ces moyens étant inefficaces, on est obligé de faire cribler et nettoyer les balles d'amandes en été, par un grand nombre d'ouvriers.

La disposition des magasins influe sur la marche de l'invasion et certains matériaux, tel le bois, paraissent plus propres à héberger ce parasite. Son développement est influencé par le régime des saisons, les insectes étant plus fréquents, pendant les années très chaudes, et plus nombreux pendant la période estivale qui succède aux chaleurs lourdes et humides des temps orageux.

Les amandes cassées à sec paraissent résister mieux que celles dont les coques ont été mouillées avant le cassage. Certaines variétés riches en principes gras (amandes espagnoles) semblent plus sujettes que d'autres.

En vue d'enrayer cette invasion, nous avons essayé l'action de basse température sur le parasite. Il n'y avait pas lieu, en effet, de songer au traitement direct des amandes par des substances insecticides. Quelques-unes de celles-ci, répandues sur les balles contenant les fruits, ne nous ont donné aucun résultat.

Les œufs, placés isolément dans les chambres froides maintenues à des températures de $-3°$, $-2°$, $0°$, $+1°$, $+3°$ et $+4°$, du mois d'avril au mois d'octobre, n'ont pas éclos.

Des températures voisines de 0° ont également arrêté l'accroissement et, en général, la vitalité de jeunes chenilles de deux espèces (*Paralipsa gularis* Zeller et *Plodia interpunctella*), qui envahissaient plusieurs sacs d'amandes soumis aux essais.

Toutefois, les basses températures paralysent l'action et arrêtent les dégâts des chenilles sans les tuer; elles les plongent dans un état léthargique. Même après plusieurs semaines de séjour dans les chambres froides, les larves, placées à une température chaude, reprennent leur vitalité.

Il s'ensuit, au point de vue pratique, que, pour préserver les amandes des atteintes de ce parasite, il convient de les garder en hiver dans des magasins

exposés au Nord, privés de boiseries et très proprement tenus, de les introduire ensuite, par exemple au mois de mars, dans des chambres froides maintenues à une température voisine de 0° et ne les sortir, pendant tout l'été, qu'au fur et à mesure des besoins de la consommation.

PHYSIOLOGIE. — *La présure des Crucifères.* Note de M. C. GERBER, transmise par M. Alfred Giard.

Bien que d'assez nombreux travaux aient été publiés sur les végétaux coagulant le lait, aucune étude d'ensemble n'a été faite, à notre connaissance, sur les présures végétales.

C'est pour combler cette lacune que nous poursuivons, depuis plusieurs années, une étude méthodique des plantes indigènes possédant un suc doué d'un pouvoir présurant.

Nous ne donnerons pas, ici, l'énumération fastidieuse de tous les végétaux chez lesquels nous avons trouvé un suc coagulant le lait. Disons seulement que presque tous les représentants des Euphorbiacées, des Papavéracées, des Cucurbitacées, des Asclépiadées, des Apocynées, des Fumariacées, des Crucifères, des Composées, etc., possèdent un tel suc.

Au cours de ce long travail, nous avons été amené à distinguer un certain nombre de types d'actions présurantes dont quelques-uns se rencontrent chez toutes les espèces d'une même famille. Telle est l'action présurante du suc des Crucifères que l'on observe aussi bien avec des végétaux cultivés (Radis et Navette), que chez des espèces sauvages (*Iberis pinnata* Gn. et *Isatis tinctoria* L.). Nous prendrons cette dernière plante comme modèle :

1° La présure du Pastel est très résistante aux hautes températures. Chauffée pendant un quart d'heure à 83° elle est encore très active;

2° Son pouvoir coagulant est d'autant plus marqué que le lait sur lequel elle agit est à une température plus élevée. L'optimum est aux environs de 85°;

3° A toute température où elle agit, elle coagule le lait bouilli beaucoup plus facilement que le lait cru.

Ces trois observations découlent de l'examen du Tableau suivant, où l'on fait agir, ainsi que dans tous les autres Tableaux, le suc sur 5^{cm^3} de lait :

Température.	Quantité de suc.	Vitesse de coagulation. Lait cru.	Lait bouilli.
°	cm³	m s	m s
85	1	4.30	1
80	1	13	2.15

Température.	Quantité de suc.	Vitesse de coagulation. Lait cru.	Lait bouilli.
°	cm³	m s	m s
75	0,80	32	3.30
70	0,80	47.30	2.10
68	1	30	2
65	1	28	3
60	1	30.30	3.30
55	1	25.30	3.30
50	1,50	15	5
45	1,75	17	7
40	2	19.30	10
35	2,50	18	12
30	3	27	19
25	5	28	22
22	5	97	67

4° Le lait cru, chauffé au-dessous de 65°, ne change pas vis-à-vis de la présure. Entre 65° et 85°, au contraire, il devient beaucoup plus sensible; mais cette augmentation dans la sensibilité se fait d'après des lois différentes, suivant que le lait est chauffé entre 65° et 75° ou qu'il est porté à une température supérieure à 75°.

4 *a*. Entre 65° et 75°, l'abaissement du temps nécessaire à la coagulation a atteint rapidement une limite qui se maintient, quelque prolongée que soit la durée de la chauffe. Cette limite est telle que, jusqu'à 75°, le temps nécessaire à la coagulation du lait cru est de beaucoup supérieur à celui nécessaire à la coagulation du lait bouilli.

4 *b*. A partir de 75°, la sensibilité du lait cru croît avec la durée du temps de chauffe et n'a d'autre limite que la sensibilité du lait bouilli, mais cette limite n'est atteinte que lentement au-dessous de 80°; au contraire, elle l'est très rapidement au-dessus de cette température.

Les observations consignées dans ce quatrième paragraphe découlent de l'examen du Tableau ci-dessous, obtenu en notant le temps nécessaire à la coagulation de 5^{cm^3} de lait cru, soumis à 55° à l'action de 1^{cm^3} de présure, après avoir été placé pendant un temps variable à 64°, 66°, 70°, 75°, 82°, 85°.

64°. Durée de la chauffe.	Vitesse de coagulation.	66°. Durée de la chauffe.	Vitesse de coagulation.	70°. Durée de la chauffe.	Vitesse de coagulation.
m	m s	m	m s	m	m s
0	32.45	0	33.15	0	33.30
10	30.20	15	26	15	28.20
20	30.15	36	26.30	25	25.15
30	29	50	25.40	45	19
60	29	90	25	60	19.30
Lait bouilli.	3.30	Lait bouilli.	3.33	Lait bouilli.	3.40

75°.		82°.		85°.	
Durée de la chauffe.	Vitesse de coagulation.	Durée de la chauffe.	Vitesse de coagulation.	Durée de la chauffe.	Vitesse de coagulation.
m	m s	m	m s	m	m s
0	31.45	0	30.45	0	32
15	24.20	10	14.15	1	19
30	13.30	20	5	3	7
45	9.20	25	3.45	5	3.30
60	6.30	»	»	»	»
Lait bouilli.	3.30	Lait bouilli.	3.33	Lait bouilli.	3.15

On sait que le lait contient, à côté de la caséine, de la lactoglobuline identique à la sérumglobuline qui coagule à 67°-75° et de la lactalbumine qui coagule à partir de 75°-77°.

Un rapprochement s'impose entre ces températures de coagulation des deux albuminoïdes et les températures limites des modifications de sensibilité du lait cru à la présure végétale.

Si, d'autre part, on se rappelle que la caséine est une diprotéide du groupe des paranucléoalbuminoïdes, formée par la combinaison d'une molécule d'acide paranucléique à deux molécules albuminoïdes, combinaison plus instable pour l'une de ces deux molécules que pour l'autre, on a le droit de se demander si la caséine n'est pas également combinée, partiellement tout au moins, dans le lait avec la lactoglobuline et la lactalbumine.

Ces combinaisons, encore plus instables que la précédente, se détruiraient très facilement sous l'influence de tous les agents coagulants ($CaCl^2$ et autres sels, chaleur, etc.). Mais elles seraient assez résistantes pour s'opposer à la transformation de la caséine par la présure végétale, transformation qui est un dédoublement nécessitant la mise en liberté préalable de cette caséine. La chaleur, en *dissociant partiellement* entre 65° et 75° le complexe albuminoïde par la coagulation de la lactoglobuline, augmenterait ainsi, dans un certaine proportion, la sensibilité du lait cru; cette même chaleur, en coagulant la lactalbumine au-dessus de 75°-77°, supprimerait la seconde liaison qui maintenait la caséine en combinaison et ferait ainsi disparaître toute résistance à l'action présurante du suc de Pastel.

Faisons observer en terminant que nous n'avons nullement l'intention d'opposer les faits que nous venons de signaler et l'hypothèse que nous avons émise à la théorie des charges électriques.

PHYSIOLOGIE. — *Calcification et décalcification chez l'homme*. Note de M. **P. Ferrier**, présentée par M. Alfred Giard.

L'étude de la calcification chez l'homme fait ressortir, *parmi les individus maigres et de musculature moyenne*, deux types principaux, nets et absolument opposés : le premier, possesseur de dents dures, d'os lourds et résistants, et doué d'une densité supérieure à celle de l'eau, est le type anthropologique normal; le second, qui révèle sa constitution par l'existence de dents tendres, une moindre résistance aux infections, une densité inférieure à celle de l'eau, mérite, à cause de la légèreté de ses os en même temps fragiles, le nom d'*ostéocique*. On doit le considérer comme un type anormal, morbide ou en voie de le devenir. C'est chez lui que M. Ch. Bouchard reconnaît une « forme ébauchée d'ostéomalacie ». Il est bien évident que cette ébauche d'ostéomalacie peut s'observer à tous les degrés.

Si les conditions naturelles dans lesquelles se forme le calcifié m'ont permis d'instituer, pour la tuberculose, un traitement que le public médical est à même d'appliquer actuellement, celles qui donnent lieu à l'*ostéocie* ne sont pas d'un enseignement moindre et, dans chacune des publications où j'ai abordé ce sujet, j'ai eu soin de les mentionner d'une façon minutieuse.

Il est en effet toujours surprenant de trouver, en plein âge réputé sénile, presque tous les attributs de santé qu'on est accoutumé à ne plus guère rencontrer au delà de l'âge mûr : mémoire et intelligence lucides, mouvements alertes, vue peu modifiée; téguments jeunes, artères radiales souples, cœur non fatigué, articulations aisées. Ces caractères avantageux, à cet âge, forment, pour ceux qui en jouissent, les éléments d'une survie qui n'est pas à dédaigner. Ils appartiennent presque toujours à des ostéociques.

Faut-il chercher à conquérir ces avantages, à réaliser ce second type? La réponse ne saurait être douteuse : il existe une époque variable de la vie où certains organismes ont besoin de perdre de la chaux. Or, si l'on sait reconnaître l'athérome et l'artério-sclérose, et les combattre par les iodures, il faut reconnaître que souvent le remède est tardivement indiqué.

On luttera au contraire en temps utile contre cette tendance en se basant sur les trois signes précoces suivants : 1° déchaussement des dents; 2° presbytie; 3° cataracte calcaire. Il faut ajouter à ces indications d'un traitement

décalcifiant la goutte chronique (tophus, douleurs, etc.), le *rhumatisme* noueux.

La décalcification thérapeutique s'obtient : 1° par les limonades à acides inorganiques (pas plus de $\frac{2}{1000}$) ou organiques; 2° par les sulfates de soude ou de magnésie (2g et 1g par jour), les divers phosphates de soude, les sulfures alcalins, le soufre en poudre (goutte).

L'acide lactique des laits fermentés, l'acide citrique des citrons et oranges jouent un rôle très important dans cette médication, ainsi que le cidre devenu acétique.

On voit que les iodures trouvent dans le traitement ainsi compris une large et efficace suppléance.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les sérums artificiels à minéralisation complexe, milieux vitaux. Leurs effets après les hémorragies.* Note de M. C. **Fleig**, présentée par M. Bouchard.

Dans une série de travaux expérimentaux et cliniques j'ai entrepris depuis plusieurs années l'étude comparative des effets des injections de sérum artificiel constitué par la solution simple de chlorure de sodium à 8 ou 9 pour 100 et de certains sérums de composition minérale plus complexe, se rapprochant autant que possible de celle du sang.

Le lieu n'est point ici de passer en revue les tentatives déjà faites en vue de substituer à l'eau salée physiologique des sérums répondant à une constitution saline plus ou moins compliquée : tels ceux de Hayem, Chéron, Luton, Colson, Latta, Neumann, Huchard, Ringer, Locke, etc. Les divers auteurs qui se sont occupés de cette question n'ont pas cherché à comparer systématiquement l'action de la solution salée simple et des diverses solutions complexes, et de plus aucun, à notre connaissance, n'a réalisé une formule de sérum artificiel contenant *tous les éléments minéraux du plasma sanguin* et dans des proportions relativement voisines de celles où ils s'y trouvent normalement. Le sérum de Trunecek, réalisé d'ailleurs dans le but très spécial de solubiliser les dépôts calcaires dans les tissus artérioscléreux, ne fait lui-même pas exception, puisqu'il ne contient ni chaux ni magnésie, qu'il est fortement hypertonique au sérum sanguin, et ne s'injecte jamais qu'aux faibles doses de quelques centimètres cubes.

Les sérums artificiels que j'ai étudiés contiennent au contraire *tous les éléments minéraux qui se trouvent en quantité appréciable dans le plasma*, c'est-à-dire des *chlorures*, des *sulfates*, des *phosphates*, des *bicarbonates*, de

la *soude*, de la *potasse*, de la *chaux* et de la *magnésie*, et même certains composés organiques tels que le *glucose* (1). Leur *concentration moléculaire est voisine de celle du plasma sanguin, ou égale à celle-ci*. Il n'y a d'ailleurs aucun inconvénient à employer des solutions légèrement hypertoniques quand l'injection ne doit pas être trop massive ou trop rapide.

Les diverses formes salines sous lesquelles ont été introduits, dans ces milieux artificiels, les éléments minéraux du sang sont le *chlorure de sodium* (de 6g à 8g pour 1000), le *chlorure de potassium* (de 0g,2 à 0g,5), le *chlorure de calcium* (de 0g,1 à 1g), le *sulfate de magnésie* (de 0g,2 à 0g,5), le *bicarbonate de soude* (de 0g,5 à 1g,5), le glycérophosphate de soude (de 0g,7 à 2g). Le glycérophosphate a été substitué au phosphate *pour éviter la formation d'un précipité de phosphate de chaux* qui, vu l'alcalinité du milieu, arrive à se produire au bout de quelques heures à la température de 37°, malgré la dilution du mélange lorsqu'on emploie le simple phosphate.

Une formule que nous avons couramment utilisée est celle-ci : *chlorure de sodium* 6g,5 ; *chlorure de potassium* 0g,3 ; *chlorure de calcium* 0g,2 ; *sulfate de magnésie* 0g,3 ; *bicarbonate de soude* 1g ; *glycérophosphate de soude* 1g ; *glucose* (facultatif) 1g ; *eau distillée*, q. s. pour 1000cm³ ; *oxygène* (facultatif) à saturation.

Pour comparer la valeur de l'eau salée simple et des sérums à minéralisation complexe, on peut étudier respectivement leur *action soit sur l'organisme tout entier, soit sur les divers organes ou systèmes cellulaires séparés de l'individu*. Pour les organes isolés du corps, la durée de vitalité est d'autant plus prolongée que le milieu nutritif employé pour leur conservation se rapproche davantage de la composition minérale du sang (2). Le sérum dont la constitution vient d'être donnée réalise un excellent milieu pour l'entretien et le maintien de l'irritabilité de certains organes contractiles (intestin, cœur, etc.) qui peut s'y manifester plusieurs jours et même une semaine après la mort de l'individu. De même certaines cellules hors du corps peuvent s'y conserver vivantes pendant plusieurs jours, les *sperma-*

---

(1) J'y ai, en outre, parfois ajouté divers corps qui ne se trouvent dans le sang qu'à l'état de traces ou fixés sur les globules ou même ne paraissent pas y exister normalement, tels que la *silice*, l'*iode*, le *fer*, le *manganèse*, l'*arsenic*, le *vanadium*, certains pouvant même, comme nous le verrons, y être introduits à l'état insoluble ; l'addition de ces substances était faite dans le but de réaliser divers effets spécifiques, sur l'hématopoïèse ou sur les phénomènes d'oxydation par exemple.

(2) Voir E. Hédon et C. Fleig, *Arch. internat. de Physiol.*, juillet 1905.

tozoïdes et les *globules rouges* ([1]) par exemple; il suffit que la température du milieu soit suffisamment abaissée pour ralentir les échanges organiques. Pour obtenir le résultat optimum dans l'intensité des manifestations vitales et dans la durée de la survie, on doit, suivant les exigences de l'organe ou du système cellulaire étudié, modifier légèrement les doses de divers corps indiquées dans notre formule suivant que l'effet à obtenir intéresse plus particulièrement la durée ou l'intensité de la survie. Mais ces divers points, que nous développerons ultérieurement, n'affaiblissent en rien la conclusion bien nette de la supériorité des sérums artificiels à minéralisation voisine de celle du plasma sanguin vis-à-vis de l'eau salée simple.

Les effets de ces sérums sur l'organisme tout entier diffèrent aussi beaucoup de ceux de l'eau salée ordinaire. Comme celle-ci, ils peuvent être introduits en grande quantité dans le torrent circulatoire, dans les muscles ou sous la peau, soit en petites injections répétées, soit en injections massives, soit en injections prolongées à vitesse lente. *Chez l'homme*, après des saignées thérapeutiques, nous en avons injecté jusqu'à 800^{cm^3}. *Chez l'animal*, nous en avons fait passer dans les veines d'énormes masses, pouvant aller jusqu'à égaler le poids du corps en une seule injection, faite par exemple à la vitesse de $0^{cm^3},7$ par kilogramme et par minute. Mais les phénomènes observés dans ces diverses conditions montrent que ces sérums peuvent produire des effets très supérieurs à ceux des simples injections d'eau salée physiologique. Il en est ainsi notamment chez les animaux qui viennent de subir des saignées abondantes.

D'après nos moyennes, chez le lapin par exemple, la quantité minima de sang à soustraire pour que la transfusion consécutive d'eau salée pure soit inefficace à restaurer l'animal est de $\frac{1}{23}$ du poids du corps si la saignée est pratiquée en une seule fois, et de $\frac{1}{19,4}$ si elle est faite en deux fois (à une heure d'intervalle, la première saignée ayant été suivie d'une injection de sérum artificiel). Chez le chien, pour le cas d'une saignée unique, elle est de $\frac{1}{18,5}$. Or, *les mêmes saignées ne sont plus mortelles si elles sont suivies, au lieu de la transfusion d'eau salée simple, de celle de sérums à miné-*

([1]) Pour nous, les globules rouges maintenus hors de l'organisme doivent être considérés comme *vivants* lorsque, réinjectés dans les vaisseaux en grandes masses émulsionnées dans un sérum artificiel, ils ne produisent pas d'hémoglobinurie ni aucune autre manifestation dans l'urine de destruction globulaire.

ralisation complexe, et en particulier de sérums contenant une forte proportion de sels de chaux (1 à 2 pour 1000). La pression sanguine se relève ainsi plus facilement vers son taux normal et la rénovation globulaire peut se faire, dans les jours qui suivent, assez vite pour éviter le maintien de l'état suraigu d'anémie. Ces conclusions sont basées sur de nombreuses expériences faites sur des lots d'animaux soumis les uns aux injections d'eau salée simple et les autres aux injections des sérums à comparer.

Les sérums de composition saline, voisine de celle du sang, troublent donc beaucoup moins que l'eau salée simple la constitution humorale de l'organisme; ils aident au contraire au maintien de celle-ci, à la minéralisation des éléments cellulaires en évolution, et réalisent bien d'excellents milieux nutritifs, de *vrais milieux vitaux, facilement modifiables d'ailleurs suivant les besoins de l'organisme et l'individualité réactionnelle propre de chaque être vivant.*

M. **Roussy** adresse une Note *Sur une nouvelle méthode de mensuration de la surface du corps humain.*

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 juin 1907.

Les prix Nobel en 1904. Stockholm, Imprimerie royale, P.-A. Norstedt et fils, 1907; 1 vol. in-8°.

Les prix Nobel en 1902. Supplément. *Le développement des conventions de La Haye du* 29 *juillet* 1899; Conférence faite à l'Institut Nobel à Kristiania, le 18 juillet 1906, par M. Albert Gobat. Stockholm, 1907; 1 fasc. in-8°.

Le Chronographe imprimant de M. P. Gautier. Sa description, son emploi, par M. F. Boquet. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Ponts et Chaussées. Service hydrométrique du bassin de la Seine. Observations

sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant l'année 1905, sous la direction de M. Maurice Levy, par MM. Nouailhac-Pioch et E. Maillet; et un *Résumé,* par M. Edmond Maillet. Paris; 1 fasc. in-f° et 1 fasc. in-4°.

Annales d'Hygiène et de Médecine coloniales; t. X, n° 1, janvier-mars 1907. Paris, Imprimerie nationale; 1 fasc. in-8°.

L'Anthropologie, paraissant tous les deux mois. Rédacteurs en chef : MM. Boule, Verneau; t. XVIII, n[os] 1-2, janvier-avril 1907. Paris, Masson et C[ie]; 1 vol. in-8°.

Annales de l'Institut national agronomique; 2[e] série, t. VI, fasc. 1. Paris, J.-B. Baillière et fils, Librairie agricole, 1907; 1 vol. in-8°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiés par ordre du Ministre de la Guerre, paraissant une fois par mois; t. XLIX; Paris, les fils Rozier, 1907; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; 3[e] série, t. XLIII, année 1906. Troyes, Paul Nouel; 1 vol. in-8°.

Bulletin des séances de la Société des Sciences de Nancy; 3[e] série, t. VIII, fasc. 1, 8[e] année, janvier-avril 1907. Paris et Nancy, Berger-Levrault et C[ie], 1907; 1 fasc. in-8°.

Observatorio de Marina de San Fernando. *Carta fotográfica del Cielo;* Zona 9, Hojas n[os] 11, 13, 14, 27, 42, 49, 52, 53, 88, 101, 119, 143, 147, 148, 149, 155, 159, 168, 169 y 179. 20 feuilles in-plano.

Solar Physics Committee. *Spectroscopic comparaison of metals present in certain terrestrial and celestial light-sources, with special reference to vanadium and titanium,* undertaken at the Solar Physics Observatory South Kensington, under the direction of sir Norman Lockyer. Londres, 1907; 1 fasc. in-4°.

Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, herausgegeb. v. H.-C. Vogel. *Photographische Himmelskarte. Katalog;* Bd. IV. Potsdam, 1907; 1 vol. in-4°.

The national physical Laboratory : Report for the year 1906. Teddington, Middlesex, 1907; 1 fasc. in-4°.

Iowa geological Survey; t. XVI. *Annual report,* 1905, with accompanyng papers. Des Moines, 1906; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUILLET 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison du caractère férié attribué cette année au lundi 15 juillet, la prochaine séance aura lieu le mardi 16.

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie approchée de l'écoulement sur un déversoir avec armature (ou analogue à l'ajutage rentrant de Borda) et à nappe noyée en dessous.* Note de M. **J. Boussinesq**.

I. Il est intéressant, au point de vue théorique, de savoir ce que devient l'écoulement sur le déversoir sans contraction latérale et à nappe noyée en dessous, dans le cas le plus simple, qui est celui où une large et mince armature horizontale, braquée vers l'amont, réduit le plus possible le débit, en rendant maximum la contraction inférieure c de la nappe ou le relèvement $\varepsilon = ch$, au-dessus du seuil, de ses filets les plus bas.

Alors l'équation (1) de ma Note précédente (*Comptes rendus*, p. 10) reste la même; mais, dans les équations (2), le dénominateur $1-2c$ est remplacé par $1-c$, en raison de ce que, pour même pression relative N' sous la nappe et chaque valeur de K, la contraction c devient double de ce qu'elle était sur le déversoir vertical. Le paramètre ν ne diffère donc plus de n; et les deux équations sont

$$(1)\quad \begin{cases} m = (1-c)^{\frac{3}{2}}(nk - n^3k^3)\dfrac{\log k}{k-1}, \qquad \dfrac{1}{1-c} = 1 + k - n^2k^3\left(1+\dfrac{k}{2}\right), \\ \text{où} \\ k = \sqrt{\dfrac{1-K}{1-N'}} \qquad \text{et} \qquad n = \sqrt{\dfrac{1-N'}{1-c}}. \end{cases}$$

Il en résulte, pour avoir la dérivée c' de c en K, au lieu de la précédente relation (3), mais en procédant de même,

$$(2)\qquad c' = \frac{n^2k^2(3+2k)-1}{2n^2k(1+k)}.$$

II. Enfin, l'annulation de la dérivée de m en K, pour exprimer que le coefficient de débit m est maximum dans l'écoulement constant produit par un abaissement suffisant du niveau d'aval ou par un décroissement analogue de K au-dessous de l'unité, donne encore, identiquement, l'équation (4) de ma dernière Note, équation déduite uniquement de la première (1) et des formules de k et n, qui n'ont pas changé. On aura donc, pour déterminer k,

$$(3)\qquad 1 - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{n^2k^2} - 1\right)\left(\frac{1}{\log k} + \frac{1}{1-k}\right) = c'.$$

Portons-y l'expression (2) de c'; et, en isolant l'inverse de n^2k^2, il viendra

$$(4)\qquad \frac{1}{n^2k^2} = 1 + 2\frac{1-k}{\dfrac{1}{\log k} + \dfrac{1+k^2}{1-k^2}}.$$

Le dernier terme est continu à la limite $k=1$; car, si l'on pose $k = 1-\alpha$ en faisant, d'ailleurs, α positif ou négatif, mais évanouissant, l'on trouve, par des développements en série bien connus,

$$\frac{1}{\log k} = -\frac{1}{\alpha}\left(1 + \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha^2}{3} + \ldots\right)^{-1} = -\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{2} + \frac{\alpha}{12} + \ldots,$$

$$\frac{1+k^2}{1-k^2} = \frac{1-\alpha+\dfrac{\alpha^2}{2}}{\alpha}\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)^{-1} = \frac{1}{\alpha} - \frac{1}{2} + \frac{\alpha}{4} + \ldots;$$

d'où, finalement,

$$\frac{1-k}{\dfrac{1}{\log k} + \dfrac{1+k^2}{1-k^2}} = \frac{\alpha}{\dfrac{\alpha}{3} + \ldots} = 3 \qquad (\text{pour } \alpha \text{ nul}).$$

Le second membre de (4) varie, en conséquence, de 3 à 7, puis de 7 à $2k$, lorsque k grandit, d'abord, de zéro à 1, puis de 1 à l'infini. Et l'on reconnaît en outre que le dénominateur ne s'annule, dans le second membre de (4), pour aucune valeur de k différente de 1. Ainsi ce second membre ne cesse pas d'être fini et continu pour k positif.

III. L'équation (4) donnera donc n^2k^2, et puis n^2, pour chaque valeur positive de k; après quoi la seconde formule (1) fera connaître c et, enfin, les première et quatrième (1), m et N'.

IV. Les deux valeurs les plus remarquables de k paraissent être celles qui correspondent aux nappes sous lesquelles s'exerce, soit au sommet des filets inférieurs, soit au niveau du seuil, une pression nulle, comme sous les nappes libres.

Dans le premier cas, l'on a $N' = c$, ou $n^2 = 1$; et l'équation (4) prend aisément la forme

$$(5) \qquad \log\frac{1}{k} = \frac{1-k^2}{1-k^2+2k^3}.$$

Quelques tâtonnements donnent, pour sa racine, $k = 0,4360$; puis on trouve $c = 0,2510$ et, enfin, $m = 0,3369$. Ce coefficient de débit est sensiblement plus petit que celui, 0,3538, du déversoir analogue à nappe libre, que j'avais étudié en juin 1893 (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1490) : on se l'explique en observant que la nappe est, ici, gênée dans son écoulement par une contrepression sensible exercée sur ses filets inférieurs, non pas, il est vrai, à leur sommet, mais entre celui-ci et le seuil.

V. C'est naturellement le contraire, et le coefficient m de débit excède 0,3538, dans le second cas, où N' s'annule. Alors on a, vu l'expression de N',

$$(1-c)n^2 = 1,$$

c'est-à-dire, d'après la seconde (1),

$$(6) \qquad \frac{1}{n^2} = \frac{1+k^3\left(1+\frac{k}{2}\right)}{1+k};$$

et l'équation (4) devient, après quelques calculs,

$$(7) \qquad \log\frac{1}{k} = \frac{(1-k^2)\left(1-k^2+\frac{k^4}{2}\right)}{(1-k^2)\left(1-k^2+3\frac{k^4}{2}\right)+k^4}.$$

Sa racine est $k = 0,3885$. L'on trouve ensuite $n^2 = 1,2976$, $c = 0,2294$. Et il résulte enfin de la première (1), pour le coefficient de débit, $m = 0,3722$, dont l'excédent sur 0,3538 (peu différent de celui de 0,3538 sur 0,3369) s'explique par la dépression ou *succion* qu'exerce le fluide *mort* sur les filets inférieurs de la nappe, au cours de leur relèvement ch à partir du seuil.

PHYSIQUE. — *Endosmose entre deux liquides de même composition chimique et de températures différentes.* Note de M. G. Lippmann.

On connaît le phénomène de l'endosmose qui s'exerce entre deux liquides de composition différente, tels que l'eau pure et l'eau sucrée. Je me suis demandé s'il y aurait encore endosmose entre deux masses d'un même liquide, présentant seulement entre elles une différence de température. L'expérience m'a donné un résultat positif.

Deux masses d'eau *pure*, l'une chaude, l'autre froide, étant séparées par une membrane poreuse (baudruche, gélatine), il y a *endosmose de l'eau froide vers l'eau chaude.*

On ne peut se servir pour cette expérience d'aucun des endosmomètres en usage : ces appareils constituent des thermomètres très sensibles à toutes variations de température, et il importe ici d'éliminer toute perturbation thermométrique.

J'ai donc construit un appareil de forme spéciale. La masse liquide à échauffer est enfermée dans l'étroit espace compris entre une lame poreuse d'environ 6^{cm} de diamètre et un disque de laiton A qui lui est parallèle; un anneau de caoutchouc mince pressé entre les deux surfaces assure l'obturation latérale. La masse liquide forme donc une couche mince ayant quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur et un faible volume. Un canal de petit diamètre, foré dans le laiton, met la masse d'eau en communication avec un tube de verre horizontal divisé. La chambre à eau froide est constituée de même, par l'intervalle étroit compris entre la seconde face de la lame poreuse et un second disque de laiton B; un pertuis foré dans le disque B met la chambre à eau froide en communication permanente avec un réservoir d'eau froide.

Afin d'établir une différence de température entre les deux couches liquides que sépare la membrane poreuse, on pose le disque A sur une chaudière à laquelle il sert de couvercle, de manière à le maintenir baigné par de la vapeur d'eau bouillante. En même temps, le disque B sert de fond à un vase où circule un courant d'eau froide empruntée à la conduite d'eau de la Ville. Au bout de quelques minutes, il s'établit un régime permanent et une différence de température constante. La dilatation thermique portant sur un faible volume, ces variations deviennent négligeables. En même temps, la minceur des couches d'eau employées permet d'échauffer l'un et

de refroidir l'autre, malgré la faible conductibilité de l'eau pour la chaleur.

Par une expérience préalable faite à blanc, c'est-à-dire sans chauffer, on s'est assuré de l'étanchéité de l'appareil. Puis on chauffe, et l'on attend un quart d'heure ou une demi-heure avant de faire les observations, afin que le régime permanent soit établi. Le phénomène est alors très visible et sensiblement régulier. Avec une lame de gélatine comme membrane poreuse, le tube divisé se remplit graduellement; la colonne liquide s'allonge de 15^{mm} par minute; quand le tube est rempli l'eau sort goutte à goutte par son extrémité. L'appareil débite ainsi environ 50^{mg} par minute. Au bout de quelques heures, le volume de liquide sorti de l'appareil est cinq à dix fois plus grand que le volume de la chambre à eau chaude; la dilatation thermique est donc hors de cause.

L'expérience a été faite avec des membranes de baudruche, de collodion perméable et de gélatine. Cette dernière, qui a donné la plus grande vitesse de diffusion, était empruntée à une feuille de gélatine du commerce dite papier-glace; elle est insoluble dans l'eau chaude. Il est prudent de passer la baudruche dans du formol, afin de la rendre également insoluble dans l'eau chaude.

Au lieu de mesurer le volume d'eau qui passe par endosmose lorsque la pression est à peu près la même des deux côtés de la membrane, on peut mesurer la pression maxima qui se produit lorsque le tube gradué est vertical. On constate qu'il y a pression ou bien succion suivant que le tube manométrique communique avec la chambre à eau chaude ou à eau froide [1].

PHYSIQUE. — *Thermoendosmose des gaz*. Note de M. G. Lippmann.

Le phénomène décrit dans la Note précédente se produit également lorsqu'on remplace l'eau par de l'air atmosphérique.

Deux masses d'air à des températures différentes étant séparées par une membrane poreuse, il y a *endosmose de l'air froid vers l'air chaud*. Le phénomène a été observé avec des membranes de baudruche et du papier.

L'endosmose est plus rapide avec l'air qu'avec l'eau.

---

(1) Afin d'immobiliser la membrane poreuse, qui est flexible, on la serre entre deux rondelles de calicot que l'on met l'une dans la chambre à eau chaude, l'autre dans la chambre à eau froide.

La pression exercée est de même facile à observer.

En mettant la chambre à air froid en communication avec un manomètre à eau, il y a une pression négative (succion) mesurée par une dénivellation de 40^{mm} (baudruche).

On peut prévoir qu'avec une membrane plus épaisse, la dénivellation serait plus forte et qu'elle croîtrait proportionnellement à l'épaisseur de la membrane. Je n'ai employé jusqu'ici que des membranes de baudruche et de papier à écrire.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences exactes, physiques et naturelles de Madrid** adresse des remercîments pour l'envoi de la plaquette commémorative du premier Congrès de l'Association internationale des Académies.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Dérivation des sources du Loing et du Lunain. Profil géologique de l'aqueduc,* dressé par G. Ramond.

2° *Mélanges scientifiques et littéraires* de M. Louis Passy, 4e et 5e séries.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières de genre fini.* Note de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Poincaré.

Soit $F(z)$ une fonction entière. Considérons la fonction $z(x)$, inverse de F, à une infinité de branches, définie par

$$F(z) = x. \tag{1}$$

Si nous prolongeons l'une de ces branches autour d'un point d'holomorphisme x_0 suivant un certain chemin menant en a sans rencontrer de point singulier, nous constatons que, si z tend vers une valeur finie b quand x tend vers a, la branche $z(x)$ considérée est uniforme ou algébroïde au voisinage de a; si z ne tend pas vers une valeur finie, il est impossible que z soit indéterminé et, par suite, z tend vers l'infini. On constate que, dans ce cas, la branche considérée de la fonction $z(x)$ ne peut pas avoir un nombre fini de déterminations au voisinage de a, et, par suite, a est un point critique loga-

rithmique pour cette branche. Il en résulte qu'il y a identité entre les deux catégories suivantes de valeurs de x :

1° Les valeurs limites possibles de $F(z)$ quand z s'éloigne à l'infini suivant un chemin arbitraire. Ces valeurs de x sont aussi celles pour lesquelles l'équation (1) a des racines infiniment grandes.

2° Les points critiques logarithmiques de la fonction inverse, qui ne sont pas des points limites de points critiques algébriques.

Je me suis proposé de chercher le nombre maximum de ces points (que je désignerai par A) pour une fonction d'ordre apparent fini ρ. En m'appuyant sur la propriété 1°, j'ai été conduit au théorème suivant :

Théorème I. — *Le nombre des points* A *ne surpasse pas le plus grand entier contenu dans* 2ρ.

Pour l'établir, je me suis proposé de démontrer la proposition suivante :

Théorème II. — *Soit dans le plan de la variable* z *une courbe* C *allant à l'infini et soit* C' *la courbe obtenue en faisant tourner* C *autour de l'origine d'un angle égal à* $\frac{\pi-\alpha}{\rho}$, α *étant un nombre fini, arbitrairement petit. S'il existe deux chemins* Γ_1 *et* Γ_2 *continuellement compris entre* C *et* C' *et tels que* $F(z)$ *tende suivant l'un vers une limite* a *et suivant l'autre vers une limite* b, *on a*

$$a=b.$$

J'ai pu démontrer ce théorème dans les hypothèses suivantes :

1° Si C est un rayon rectiligne partant de l'origine et, plus généralement, si les deux chemins Γ_1 et Γ_2 sont intérieurs à un angle de grandeur $\frac{\pi-\alpha}{\rho}$ ayant son sommet à l'origine, pour les arcs de ces chemins compris entre deux cercles de rayon R_1 et R_2, R_1 pouvant prendre une infinité de valeurs croissantes telles que $\frac{R_2}{R_1}$ soit infiniment grand ;

2° Si C est une spirale d'équation $r=e^{\frac{\omega-\omega_0}{b}}$ $(z=re^{i\omega})$. On constate alors que le théorème s'applique même si l'angle de rotation amenant C sur C' est $\frac{\pi-\alpha}{\rho}(1+b^2)$. Dans ce second cas, on trouve la même extension que dans le premier.

Incidemment, on a ce théorème (encore susceptible de la même extension) :

Si sur la spirale $r=e^{\frac{\omega-\omega_0}{b}}$ *où* $b>\sqrt{2\rho-1}$, *on a constamment*

$$|F(z)|<\text{const.},$$

$F(z)$ *est une constante.*

Le théorème I, qui est rendu vraisemblable par les résultats précédents, peut être généralisé de la façon suivante :

THÉORÈME I *bis*. — *Le nombre maximum des fonctions* $P(z)$ *qui sont des polynomes ou des fonctions entières, d'ordre inférieur à* $\frac{1-\alpha}{2+\frac{1}{\rho}}$ *et telles que* $F(z) - P(z)$ *tende vers zéro suivant un certain chemin, est le plus grand entier au plus égal à* 2ρ.

J'ai démontré la généralisation correspondante du théorème II dans les mêmes cas que ce théorème lui-même.

Parmi les conséquences du théorème I, citons les suivantes :

1° L'intégrale $\int_{x_0}^{\infty} F(z)\,dz$, où $F(z)$ est une fonction entière d'ordre apparent ρ, possède au plus h déterminations, si $2\rho - 1 < h \leqq 2\rho$, pour tous les chemins d'intégration possibles, selon lesquels l'intégrale a un sens.

2° Il y a au plus h valeurs de x, telles que l'équation (1), $F(z) = x$, ait des racines infiniment grandes. On sait, d'après M. Picard, qu'il existe au plus une valeur de x, telle que toutes les racines de cette équation soient infiniment grandes et même, d'après M. Borel, telle que l'ordre de ces zéros soit un nombre plus petit que pour une valeur arbitraire de x. Les formules de MM. Lindelöf et Boutroux montrent que, dans le cas de ρ non entier, si une infinité de zéros disparaissent pour une valeur particulière de x, le rapport du module de $n^{\text{ième}}$ zéro pour une valeur arbitraire et pour la valeur exceptionnelle reste fini. Il y aurait lieu de chercher une limite supérieure de ce rapport pour chaque valeur de ρ. Pour la fonction canonique ayant, pour zéro de rang n, $n^{\frac{1}{\rho}}$, et dont la valeur exceptionnelle est $x = 0$, ce rapport est $\frac{k}{2\,|\sin \pi\rho|}$, k étant le plus grand entier pair inférieur à $2\rho + 1$, si ce dernier nombre n'est pas entier pair, et $k = 2\rho$ dans ce dernier cas $(2\rho > 1)$.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur l'incendie spontané de ballons en pleine atmosphère.* Note de M. W. DE FONVIELLE.

M. Besançon, secrétaire général de l'Aéro-Club, nous a communiqué une lettre du lieutenant Cianetti, témoin oculaire de la catastrophe du 2 juin.

Après avoir décrit l'inflammation du ballon et la chute de la nacelle, le savant offi-

cier émet une opinion identique, *mutatis mutandis,* avec celle que nous avons émise nous-même, lorsque, dans notre Note insérée dans les *Comptes rendus* du 11 mai 1903, nous avons exposé la théorie résultant des recherches faites en Allemagne pour expliquer les incendies spontanés de ballons produits lors des atterrissages.

Dans les cas connus jusqu'ici, c'était l'électricité positive de l'atmosphère accumulée dans le métal de la soupape qui produisait l'explosion. Cette fois, au contraire, c'est l'électricité de la terre qui, emportée dans les airs, se combine avec l'électricité des nuages et donne naissance à une déflagration encore plus terrible, puisqu'elle est suivie d'une chute épouvantable.

On pourrait objecter à la théorie du lieutenant Cianetti que l'électricité accumulée dans la soupape, lors du gonflement, a eu le temps de se dissiper dans l'air pendant la durée de l'ascension. Mais le ballon sinistré avait été métallisé avec de l'aluminium et il portait à la partie inférieure une soupape en cuivre analogue à celle de la partie supérieure.

Quand on réfléchit à cette propriété bien connue des fluides de l'électricité de se porter à la surface des corps, on comprend que l'aérostat du 2 juin se trouvait, au point de vue électrique, à peu près dans la même situation que s'il avait été entièrement métallique.

Malgré son petit cube de 240^{m}, il offrait une surface de près de 200^{m^2} susceptibles de s'imprégner instantanément de toutes les influences électriques du voisinage et, par conséquent, d'éprouver des décharges de résonance. Mais, en outre, cet aérostat était soumis à l'influence permanente de l'électricité terrestre qui empêchait la déperdition du fluide accumulé lors du gonflement au pôle supérieur.

Ces idées pourraient être appuyées par des expériences ultérieures, tant avec des ballons montés qu'avec des ballons sondes. Mais il serait prématuré d'entrer dans un pareil détail. Ce qu'il importe d'établir, c'est, d'une part, l'extrême danger de la déplorable habitude de métalliser les ballons. D'un autre côté, il importe de ne pas laisser croire que, si les ballons dirigeables peuvent, dans certains cas, être exposés à des dangers analogues, ils courent des périls aussi graves. En effet, la surface des objets métalliques qui constituent essentiellement le moteur et les propulseurs est absolument insignifiante par rapport à celle qu'aurait le conducteur électrique si la surface du ballon était métallisée tout entière.

Quant à la pensée que le ballon sinistré s'est trouvé par hasard sur le chemin d'un éclair, elle est insoutenable et diamétralement opposée à la conclusion des recherches scientifiques dont les coups de foudre ont été l'objet, depuis la publication du Traité d'Arago sur la foudre jusqu'à nos jours.

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi du radiomètre pour l'observation des basses pressions dans les gaz; application à la recherche des produits gazeux émis par les corps radioactifs.* Note de Sir **James Dewar**, présentée par M. H. Becquerel.

J'ai montré récemment à la Société Royale quelques expériences relatives au radiomètre de Crookes et ayant pour but de faire voir que, si le gaz résiduel de l'appareil est de l'hélium, un condenseur en charbon adapté au radiomètre est incapable, même lorsqu'il est plongé dans l'hydrogène liquide, de produire par absorption une diminution de pression suffisante pour que les ailettes cessent de tourner lorsqu'on concentre sur leur face noircie le rayonnement d'un arc électrique. On ne peut empêcher le mouvement, même en plongeant le charbon dans l'hydrogène solide au-dessus duquel on fait le vide, la température atteinte étant alors 15° absolus (— 258°).

Au contraire, si le gaz du radiomètre est de l'hydrogène, tout mouvement des ailettes est suspendu par les opérations précédentes.

On lave à plusieurs reprises le radiomètre avec le mélange d'oxygène et d'azote obtenu par l'évaporation de l'air liquide, ou encore avec de l'oxygène pur produit par du chlorate de potasse, puis on chauffe fortement le charbon et le verre, on fait le vide à une fraction de millimètre et l'on scelle l'appareil. En plaçant alors le tube à charbon dans l'air liquide, au bout d'une heure ou deux le radiomètre devient insensible.

Si le réfrigérant est l'hydrogène liquide, 2 minutes d'immersion suffisent pour obtenir l'insensibilité, pourvu que le radiomètre soit petit et que les gaz descendent directement sur le charbon par un tube vertical scellé au-dessous de l'ampoule radiométrique.

Dans une expérience on avait adapté une jauge de Mac Leod, à l'ampoule contenant le charbon et refroidie dans l'air liquide. Toute la vapeur de mercure était éliminée du radiomètre, et la pression du gaz rémanent fut trouvée de $0^{mm},00001$, ou de un soixante-dix-millionième d'atmosphère. Dans ces conditions les ailettes e mettaient en mouvement quand l'image des pôles venait se faire sur leur face noircie et, après 15 minutes environ d'échauffement, la pression remonta à un vingt-cinq-millionième d'atmosphère, pression qui se maintint à cette valeur après 10 heures de refroidissement du charbon dans l'air liquide. Le gaz produit était sans doute de l'hydrogène provenant du noir de fumée des ailettes qui étaient soumises pour la première fois à ce traitement. Il est nécessaire de remplir et de vider et d'essayer plusieurs fois les radiomètres avant de pouvoir réduire le mouvement au minimum.

L'importance qu'il y a à enlever les traces de gaz tels que l'hélium, l'hydrogène ou le néon est démontrée par le fait qu'en enlevant le charbon de l'ampoule, et en plongeant celle-ci dans l'hydrogène liquide (après avoir rempli l'instrument d'air sec, et

avoir poussé le vide jusqu'à une fraction de millimètre de mercure) on ne parvient pas à obtenir un vide assez élevé pour arrêter le mouvement du radiomètre.

Or, comme, à la température de l'ébullition de l'hydrogène, la pression de l'azote doit être de l'ordre du millionième de millionième d'atmosphère, l'action doit provenir ou de gaz non condensables ou de l'adhérence persistante de molécules gazeuses au verre ou aux ailettes, ou de quelque matière solide, volatile dans les conditions de l'expérience.

Pour obtenir un degré de vide réellement élevé, il semble nécessaire de laisser l'absorption se prolonger pendant au moins 1 heure; il faut éviter en outre la présence de toute matière organique.

Dans ces expériences l'arc dépensait 10 ampères, le foyer se formait à trois pieds de la lampe, et les radiomètres employés avaient des volumes variant de 150^{cm^3} à 20^{cm^3}.

Ayant trouvé que la jauge de Mac Leod était d'un emploi difficile pour ces expériences, on a imaginé une nouvelle méthode pour déterminer la limite de la pression motrice au moyen de la tension de vapeur du mercure. Dans ce but, au sommet du radiomètre, était soudé un tube latéral recourbé deux fois à angle droit et terminé par une ampoule contenant un globule de mercure.

Après avoir soumis le radiomètre au traitement indiqué plus haut, le charbon était refroidi dans l'air liquide et le mercure se mettait à distiller pendant une heure ou deux. En refroidissant alors le mercure dans l'air liquide, le radiomètre devint rapidement insensible. Dans ces conditions, le mercure fut plongé dans un bain d'alcool à $-80°$ C., puis on laissa la température se relever lentement. De cette manière on observe que, dans l'instrument employé, le mouvement du radiomètre commençait à $-23°$ C. La tension de vapeur du mercure à cette température est, d'après la formule de Hertz, environ un cinquante-millionième d'atmosphère. Pendant tout le temps de l'expérience, la vapeur de mercure était aspirée par le condenseur en charbon dans l'air liquide, de sorte que la pression pouvait être inférieure à la tension de saturation.

Ce résultat suggéra de suite l'idée que la méthode pourrait s'appliquer à la recherche des produits gazeux provenant de la transformation des matières radioactives. Pour essayer cette application, on a scellé au radiomètre un tube latéral contenant un peu de bromure de radium; ce tube était recourbé deux fois pour aboutir au fond de l'ampoule du condenseur à charbon, formant ainsi un tube en U, en vue d'éliminer l'émanation par condensation dans l'air liquide. Le radiomètre, au moyen d'un condenseur

auxiliaire à charbon plongeant dans l'air liquide, a été rendu insensible au bout d'une heure. 15 heures plus tard le radiomètre était redevenu sensible. Il semble que le gaz produit doit être de l'hydrogène, de l'hélium ou des particules alpha. Afin d'éliminer l'hydrogène qui pouvait avoir été produit, le condenseur à charbon du radiomètre, qui avait séjourné pendant 2 jours dans l'air liquide, fut transporté dans l'hydrogène liquide. Au bout d'une demi-heure, le mouvement des ailettes se produisait lorsqu'on projetait l'image de l'arc, et même au bout d'une heure la sensibilité ne paraissait pas avoir diminué. Le gaz actif doit donc être de l'hélium, peut-être avec des particules alpha, à moins qu'on soit en présence d'un corps solide déposé sur les ailettes et suffisamment volatil pour provoquer leur mouvement lorsqu'on concentre sur celles-ci la lumière de l'arc.

L'oxyde de thorium substitué au sel de radium a donné des résultats du même ordre.

On peut prévoir que les gaz monoatomiques du type de l'hélium et du mercure seront plus propres que les gaz ordinaires à produire le mouvement du radiomètre.

Ces expériences montrent que le radiomètre peut être employé comme un instrument propre à rechercher les gaz sous de faibles pressions, et à étudier les matières radioactives. Cependant, pour des mesures quantitatives, il faudrait employer une balance de torsion ou une suspension bifilaire.

Il serait intéressant de répéter les expériences sur la répulsion de la lumière dans le vide le plus élevé qu'on puisse atteindre avec le charbon. J'espère pouvoir faire plus tard cette investigation.

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation par réfraction et la propagation de la lumière dans un milieu non homogène.* Note de M. **Ch. Fabry**, présentée par M. Deslandres.

Dans une Note publiée récemment (1), M. Salet rappelle que, d'après ses propres observations, la lumière des protubérances solaires n'est pas polarisée ; de cette observation, il croit pouvoir tirer un argument contre les théories de Schmidt et de Julius, qui font intervenir de fortes réfractions dans la masse gazeuse du Soleil pour expliquer les apparences que

(1) *Comptes rendus,* 27 mai 1907.

nous offre cet astre. Une forte déviation serait, d'après M. Salet, incompatible avec l'absence de polarisation.

Il est facile de voir qu'une forte déviation ne produit pas forcément une proportion notable de lumière polarisée, si la déviation a été produite par plusieurs réfractions successives. Si, par exemple, un faisceau de lumière naturelle subit successivement p déviations égales et de même sens, produisant une déviation totale α, la proportion de lumière polarisée sera

$$\frac{1 - \cos^{2p}\frac{\alpha}{p}}{1 + \cos^{2p}\frac{\alpha}{p}}.$$

Pour une valeur donnée de la déviation totale, cette quantité diminue à mesure que croît le nombre des réfractions qui l'ont produite, et tend vers zéro quand ce nombre augmente indéfiniment. Soit, par exemple, une déviation de 45° ; si elle est produite par une seule réfraction, la proportion de lumière polarisée sera 0,33. Si elle est produite par dix réfractions donnant chacune une déviation de 4°,5, cette proportion ne sera plus que 0,03.

Corrélativement, si la déviation est produite par un très grand nombre de petites déviations partielles, la quantité totale de lumière réfléchie devient extrêmement faible.

D'ailleurs, dans le cas d'une masse gazeuse, le problème est un peu différent : il ne peut y avoir aucune discontinuité, mais seulement variation progressive de l'indice de réfraction; la propagation de la lumière se fait en ligne courbe, sans aucune brisure. La question qui se pose alors est celle-ci : la propagation dans de pareilles conditions peut-elle produire une polarisation? Ce problème est évidemment lié à celui de la réflexion par un milieu non homogène. Si l'on montre que, dans les conditions réellement réalisables, il ne peut y avoir aucune réflexion appréciable, l'absence de polarisation en résultera immédiatement. Examinons donc le problème de la réflexion dans un milieu dont l'indice varie d'une manière continue.

Supposons, pour fixer les idées, que les surfaces d'égal indice soient des plans horizontaux. Dans la couche comprise entre deux plans A et B, l'indice varie d'une manière progressive; au-dessus du plan A, il garde une valeur constante n_1; au-dessous de B, il reste égal à n_2. Chaque plan horizontal, pris dans la couche d'indice variable, peut être considéré comme une surface de séparation de deux milieux dont les indices diffèrent infiniment peu; chacun de ces plans produit une vibration dont l'amplitude, infiniment petite, peut être calculée par les formules de Fresnel.

Si la couche de passage AB est d'épaisseur négligeable par rapport à la longueur

d'onde, toutes ces vibrations réfléchies sont concordantes, et leurs amplitudes s'ajoutent. Comme l'a montré L. Lorenz (1), on retrouve (en tenant compte des réflexions multiples) les formules de Fresnel appliquées aux milieux extrêmes d'indices n_1 et n_2.

Le cas où la couche de passage, tout en restant très mince, n'est plus d'épaisseur négligeable par rapport à la longueur d'onde, a été traité aussi par Lorenz (*loc. cit.*). Les lois qui régissent la vibration réfléchie sont alors un peu différentes de celles que donnent les formules de Fresnel appliquées directement aux milieux extrêmes. L'existence d'une pareille couche de passage (qui peut consister simplement en une couche très mince, homogène ou non, d'une impureté interposée entre les milieux extrêmes) permet d'expliquer certains phénomènes, tels que la polarisation au voisinage de l'incidence principale, que Fresnel n'avait pas prévus, et qui ont été parfois considérés comme incompatibles avec sa théorie. Des expériences de Drude et de lord Rayleigh rendent cette explication très vraisemblable.

Enfin, dans le cas d'une masse gazeuse non homogène, ou plus généralement d'un milieu formé de substances miscibles entre elles, la couche de passage a forcément une épaisseur très grande par rapport à la longueur d'onde, et l'indice ne varie que d'une quantité extrêmement faible dans une épaisseur de l'ordre de la longueur d'onde. Dans ce cas, les vibrations réfléchies sur les différents plans ont entre elles toutes les différences de phase possibles; par un mécanisme analogue à celui que l'on rencontre dans la théorie de la diffraction, elles se détruisent presque rigoureusement, le mouvement réfléchi par chaque plan étant annulé par celui qui est réfléchi un peu plus bas (2).

J'ai autrefois cherché à mettre en évidence la faible trace de lumière réfléchie qui pourrait subsister dans ce cas : je superposais deux liquides miscibles d'indices très différents, du sulfure de carbone ($n = 1,65$) et de l'essence de pétrole ($n = 1,4$), en évitant d'agiter, de manière que la couche de passage soit aussi peu épaisse que possible. Un faisceau de lumière solaire traversait, sous une incidence peu oblique, cette couche de passage, et je cherchais le faisceau réfléchi par elle. Je n'ai jamais pu le découvrir. Il eût été éblouissant s'il y avait eu une surface de séparation brusque entre les deux milieux. La variation d'indice est cependant, dans cette expérience, bien plus rapide que celle que l'on peut s'attendre à trouver dans une masse gazeuse.

Je crois donc pouvoir conclure que le passage de la lumière à travers un milieu dont l'indice varie d'une manière progressive ne donne lieu à aucune

(1) *Pogg. Ann.*, t. CXI, 1860, p. 460.

(2) Cette conclusion subsisterait si l'on admettait toute autre formule que celle de Fresnel pour représenter la vibration réfléchie. Je ne crois cependant pas qu'il y ait lieu de douter de l'exactitude des formules de Fresnel, qui, lorsqu'on les applique correctement, semblent rendre compte de tous les faits.

réflexion appréciable et, par suite, à aucune polarisation. Des observations sur l'état de polarisation de la lumière qui nous vient d'un astre ne peuvent pas nous renseigner sur les réfractions qui pourraient s'être produites à travers des masses gazeuses.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Remarques sur l'analyse optique des pyroxyles.* Note de M. **DE CHARDONNET**, présentée par M. Vieille.

L'Académie a bien voulu accepter, le 30 août 1886, un pli cacheté déposé par moi et intitulé : *Analyse optique des pyroxyles.* Ce pli a été ouvert dans la séance du 27 février 1888.

Si je reviens aujourd'hui sur cette étude, c'est que vingt années d'expérience scientifique et industrielle en ont corroboré les conclusions et démontré l'importance pratique.

Je ferai remarquer tout d'abord que l'étude polariscopique démontre la réalité absolue de l'échelle de nitration établie par M. Vieille. Chaque degré de cette échelle se signale par un aspect différent dans la lumière polarisée, au moins depuis la cellulose pentanitrique jusqu'à la cellulose décanitrique, c'est-à-dire dans la portion la plus intéressante de cette série, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue pratique.

Les nitrations intermédiaires n'existent pas : la teneur en azote saute brusquement d'un échelon à l'autre; si l'analyse chimique révèle dans un lot donné un pourcentage d'azote intermédiaire, c'est qu'il se compose d'un mélange mécanique de pyroxyles différents, faciles à distinguer sous le microscope. Cette méthode a l'avantage précieux de faire connaître exactement le degré de nitration de chaque fibre.

Quels que soient le mode de préparation du pyroxyle, la matière employée, le diamètre des fibres, la solubilité, cette concordance entre la composition chimique et l'aspect polariscopique se maintient en toute circonstance. Lorsque la nitrocellulose a été dissoute, puis étirée en fils plus ou moins gros, cette concordance existe toujours. Elle existe encore si l'on traite ces fils étirés par des réactifs augmentant ou diminuant le degré de nitration : les apparences au microscope suivent encore les variations de la composition chimique.

On a prétendu qu'on ne peut nitrer au même degré les couches superficielle et interne d'une fibre, parce que les celluloses en seraient différentes. Je ne saurais me prononcer sur ce dernier point, mais je constate que ces différences ne sont pas sensibles en ce qui concerne la nitration. En effet, considérons une cellulose octonitrique, laquelle n'a aucune action sur la lumière polarisée : si toutes les couches n'offraient pas la même nitration, l'une d'elles, au moins, dépolariserait la lumière, et l'on ne constaterait jamais d'extinction complète : ainsi, lorsque à une fibre de cellulose octonitrique on superpose une fibre différemment nitrée, cette dernière fibre conserve ses

couleurs propres, sans être influencée par l'octonitrique sous-jacente. En conséquence, on peut dire que les diverses couches de pyroxyline dans une même fibre présentent les mêmes propriétés au point de vue de la solubilité, de la puissance balistique et, peut-être, à d'autres encore.

Allant plus loin, comme il est possible, sinon facile, d'obtenir des échantillons de pyroxyline dont toutes les fibres sont rigoureusement nitrées au même degré, on doit en conclure, dans ce cas du moins, que toutes les celluloses du même lot se comportent identiquement de même en ce qui concerne leur nitration.

Il est impossible d'étudier utilement les pyroxyles, si l'on ne s'est pas procuré préalablement des échantillons dont l'homogénéité ait été constatée par l'analyse microscopique.

Ce n'est qu'après avoir réussi à préparer une série de ces types que j'ai pu, autrefois, établir la concordance entre la composition chimique et l'action polariscopique.

Cette concordance a été mise en doute par certains auteurs; c'est qu'ils n'ont pas tenu compte de toutes les précautions à prendre.

En 1893, dans des brevets pris en France et ailleurs, accordés en Allemagne après enquête, j'ai signalé qu'il existe, à côté de la pyroxyline anhydre dont les formules ont été établies par M. Vieille, une autre pyroxyline comportant une eau de constitution, laquelle ne peut être écartée que par une dessiccation complète, ou par déshydratation dans un milieu convenable, alcool concentré, glycérine ou autre.

Cet hydrate de pyroxyline est, toutes choses égales d'ailleurs, d'environ 25 pour 100 plus soluble que la pyroxyline anhydre. On peut mettre cette propriété en évidence de la façon suivante : on prend, d'une part, de la pyroxyline anhydre, d'autre part, la même quantité, calculée sèche, de pyroxyline hydratée ; on dissout ces deux lots dans des quantités égales d'alcool-éther, en ayant soin d'ajouter au dissolvant de la pyroxyline anhydre la quantité d'eau apportée par la pyroxyline hydratée. La solution de pyroxyline hydratée est toujours plus fluide et plus claire que l'autre.

Quel que soit le degré de nitration, cette pyroxyline hydratée apparaît sous le microscope polarisant sous forme de fibres brillantes, jaunes ou blanches, quand on l'examine dans l'eau, l'éther, l'alcool dilué (l'alcool à 50 pour 100, par exemple, ne déshydrate pas les fibres).

Lorsqu'on fait une prise d'échantillons, il faut se mettre en garde contre deux causes d'erreur : une déshydratation incomplète, une dénitration partielle pendant le séchage d'un échantillon insuffisamment lavé. Le mieux est de prendre une petite quantité de pyroxyle, de le laver d'abord à grande eau, puis de le déshydrater dans l'alcool absolu et de l'observer dans ce li-

quide. Si l'on avait affaire à certains pyroxyles attaquables par l'alcool, il faudrait employer à sa place la glycérine.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'oxydation électrolytique du platine.* Note de M. C. **Marie**, présentée par M. A. Haller.

Un certain nombre de propriétés du platine, notamment son attaque sous l'influence du courant alternatif (de la Rive, Ruer, etc.) et son action catalytique (Engler et L. Wöhler, Traube, etc.) ont conduit à supposer que dans les conditions expérimentales indiquées le métal était susceptible de s'oxyder au moins superficiellement. De plus, Kohlrausch, dans une étude sur l'électrolyse des solutions de chlorure de platine (*Wied. Ann.*, t. LXIII, p. 423), avait remarqué l'apparition sur les anodes d'une teinte brune, totalement éliminée au rouge, et qu'il attribuait à un superoxyde par analogie avec ceux que donnent le plomb et l'argent. Kohlrausch n'avait cependant pu constater, dans ces conditions, que les anodes variaient de poids.

Ayant eu également l'occasion fréquente de remarquer cette même coloration des anodes de platine, j'ai pu mettre en évidence d'une manière complète cette oxydation superficielle.

J'ai constaté en effet que les anodes ainsi brunies, traitées par une solution même très étendue d'iodure de potassium acidulée par l'acide chlorhydrique, coloraient cette solution en un rouge plus ou moins intense, absolument comparable à la teinte que l'on obtient quand on traite une solution étendue de chlorure de platine par l'iodure de potassium. De plus, dans cette réaction des anodes, une certaine quantité d'iode semble mise en liberté et peut se mettre en évidence au moyen du chloroforme.

J'ai pu dans les solutions colorées ainsi obtenues caractériser le platine et même le doser colorimétriquement par comparaison avec des solutions connues de chlorure traitées exactement de la même manière (¹). Les résultats ont été complètement d'accord avec ceux fournis par la pesée des électrodes.

Ces variations de poids sont d'ailleurs faibles, ainsi que le montrent les résultats suivants obtenus sur quatre électrodes ayant 100^{cm^2}, 40^{cm^2}, 6^{cm^2} et $0^{cm^2},3$ qui avaient servi d'anodes pendant 12 heures, avec un courant de 2 ampères dans une solution d'acide

(¹) Cette réaction du platine est d'une sensibilité considérable; la coloration rose se manifeste nettement encore pour une solution qui ne contient par litre pas plus de $0^{g},0003$ de métal.

sulfurique normal; les pertes de poids respectives observées après le traitement à $KI + HCl$ ont été de $\frac{8}{10}$, $\frac{5}{10}$, $\frac{2,5}{10}$ et $\frac{1}{10}$ de milligramme.

Quant aux augmentations de poids primitives dues à la fixation de l'oxygène, elles ont toujours été constatées nettement sur les anodes d'une surface assez grandes pour que leur perte de poids ultérieure atteigne $0^{mg},5$. Les cathodes pesées comparativement n'ont jamais changé de poids.

Les mêmes résultats ont été obtenus par l'électrolyse de solutions des acides azotique, phosphorique, chlorhydrique ou des solutions alcalines ($NaOH$); les concentrations employées étaient du même ordre que celle de l'acide sulfurique précédemment utilisé.

La pellicule d'oxyde formée est insoluble dans NO^3H; elle disparaît totalement au rouge et ne se dissout dans l'acide chlorhydrique étendu qu'en présence d'iodure. La mise en liberté d'iode semble indiquer que cet oxyde est un peroxyde; il convient cependant d'ajouter que cette dernière réaction n'est parfaitement nette qu'avec une anode recouverte de noir de platine dont l'affinité toute particulière pour l'oxygène a été mise en évidence par C. Fugler et L. Wöhler (*Z. f. anorg. Ch.*, t. XXIX, 1902, p. 5).

Quelle que soit d'ailleurs la nature réelle de cet oxyde, les faits obtenus montrent nettement que, contrairement à l'opinion généralement admise, le platine, même en lame, est susceptible de s'oxyder facilement sous l'influence du courant continu.

Des expériences en cours d'exécution me font penser que cette oxydabilité est encore plus considérable et que, même en l'absence de courant, le platine s'oxyde superficiellement par simple contact à froid avec des solutions de corps oxydants comme le permanganate ou le persulfate de soude; les expériences, plus délicates encore que les précédentes, nécessitées par ces recherches seront publiées ultérieurement. Quant aux documents bibliographiques concernant cette question et aux expériences détaillées qui justifient les conclusions précédentes, ils seront donnés dans un autre recueil.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les sulfures, séléniures et tellurures de thallium.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. D. Gernez.

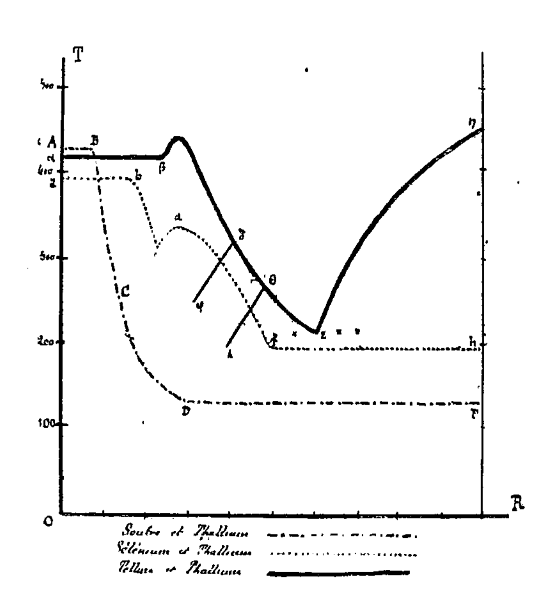
La courbe de fusion des mélanges de soufre et de thallium se compose de trois parties bien distinctes [1] :

1° Une partie rectiligne AB correspond aux mélanges qui renferment

[1] La courbe de fusion est construite en portant en abscisses les valeurs R du rapport de la masse de métalloïde à la masse totale du mélange et en ordonnées les valeurs correspondantes de la température de solidification commençante.

plus de 2^{at} de thallium pour 1^{at} de soufre; à l'état liquide ils forment deux couches superposées. Le liquide le moins dense qui se solidifie le premier à 448° est le composé Tl^2S renfermant 7,26 pour 100 de soufre; le liquide le plus dense est du thallium pur qui prend l'état solide à 302°.

2° Un arc de courbe très régulier BCD, qui relie la droite AB à une autre partie droite DF, correspond aux mélanges dont la teneur en soufre est comprise entre 7,26 pour 100 et 28,2 pour 100. La température de la solidification finissante n'a pas la même valeur pour tous ces mélanges, elle reste voisine de 295° pour ceux qui renferment moins de 12 pour 100 de



soufre et est sensiblement égale à 125° pour les mélanges plus riches en soufre. La composition du mixte à 12 pour 100 de soufre est représentée par la formule Tl^8S^7.

3° La courbe de fusion comprend enfin une seconde partie rectiligne DF qui correspond encore à des mélanges qui à l'état liquide forment deux couches superposées. Le liquide inférieur est le composé Tl^2S^5 qui reste pâteux jusqu'à la température ordinaire si le refroidissement a été rapide, mais qui prend l'état solide à 125° environ si le refroidissement est très lent et si l'on prend la précaution de projeter dans le liquide dont on étudie le refroidissement des parcelles du composé Tl^2S^5 préalablement solidifié. Le liquide qui occupe la partie supérieure est du soufre pur.

Le composé Tl^2S^5 perd du soufre avec la plus grande facilité, son point de fusion est 127°.

Le sélénium, outre les composés Tl^2Se et Tl^2Se^5 correspondant à ceux que forme le soufre avec le thallium, forme le composé TlSe ou mieux $TlSe.Tl^2Se^3$.

On a encore dans la courbe de fusion une partie rectiligne *ab* qui se rapporte aux mélanges liquides séparés en deux phases. Le liquide le plus dense est encore le thallium pur en excès, le liquide le plus léger est formé du composé Tl^2Se qui renferme 16,22 pour 100 de sélénium.

Quand la teneur en sélénium augmente pour atteindre 23 pour 100 la température de la solidification baisse rapidement jusqu'à 315°; on a alors un eutectique dont la composition est voisine de Tl^4Se^3, puis la température se relève, passe par un maximum 338° qui correspond au composé $Tl^2Se.Tl^2Se^3$. On a ensuite l'arc de courbe *df* très régulier qui ne présente aucune particularité au point qui se rapporte au composé Tl^2Se^3, et qui se rapproche de l'axe des abscisses jusqu'au point de fusion du composé Tl^2Se^5, soit 195°.

Les mélanges qui renferment plus de 50 pour 100 de sélénium, c'est-à-dire qui sont plus riches en sélénium que le composé Tl^2Se^5, se solidifient à des températures qui ne peuvent être exactement déterminées, mais toujours comprises entre 178° et 195°. Quelquefois on trouve une seule température de solidification; alors elle est voisine de 182°. La surfusion, qui se produit toujours, cesse difficilement, même quand on ajoute quelques parcelles du corps préalablement solidifié, cela tient à ce que le sélénium libre que renferme la masse est à l'état pâteux. C'est aussi pour cette raison que, quand la surfusion cesse, la température du corps surfondu se relève avec une très grande lenteur. Plusieurs fois nous avons obtenu avec des teneurs en sélénium différentes (60 et 90 pour 100) deux arrêts très nets aux mêmes températures, 195°, point de solidification du composé Tl^2Se^5, et 170°. L'une des phases du mélange est donc le composé Tl^2Se^5, l'autre est probablement une solution saturante de ce composé dans le sélénium.

La courbe de fusion des mélanges de thallium et de tellure peut être construite complètement. Elle se compose encore d'une partie rectiligne $\alpha\beta$ relative aux mélanges plus riches en tellure que le composé Tl^2Te qui en renferme 24 pour 100. Le thallium en excès reste libre; il est recouvert du composé Tl^2Te, qui se solidifie le premier à 412°. Dès que la teneur en tellure dépasse 24 pour 100, la température de solidification augmente et

atteint le maximum 442° pour le mélange à 27 pour 100 de tellure. Le composé qui correspond à ce maximum a pour formule Tl^5Te^3 ou $Tl^2Te^3.9Tl^2Te$. A partir de ce maximum, la température de solidification baisse régulièrement jusqu'à la valeur minima 214°. Les températures de la solidification finissante sont réparties sur deux portions de droites inclinées $\varphi\delta$ et $\lambda\theta$. Il est intéressant de constater que les points δ et θ situés sur la courbe de fusion sont relatifs aux mélanges dont les formules sont respectivement

$$3Tl^2Te^3.Tl^2Te \quad \text{et} \quad Tl^2Te^3.$$

Le minimum de la température de fusion (214°) est obtenu avec le mélange à 61 pour 100 de tellure, qui satisfait à la formule Tl^2Te^5. Enfin, si l'on continue à faire croître la proportion de tellure, la température de solidification croît régulièrement pour atteindre finalement le point de fusion du tellure (452°).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés des borures de fer* Fe^2Bo *et* $FeBo^2$. Note de M. **Binet du Jassonneix**, présentée par M. Ditte.

H. Moissan [1] a montré que le bore amorphe pur se combinait avec le fer. Il a obtenu, soit au four à vent, soit au four électrique, des fontes de fer borées contenant jusqu'à 20 pour 100 de bore, dont il a séparé le borure défini FeBo. Nous nous sommes proposé d'étudier les composés moins riches en bore et de chercher quelle était la limite supérieure de la combinaison du fer avec ce métalloïde.

Le métal était préparé par réduction dans l'hydrogène de l'oxyde provenant de la calcination de l'oxalate ferreux; les mélanges, en proportions variables, de fer et de bore, comprimés en pastilles, ont été chauffés sur des nacelles de magnésie pure dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'hydrogène; les mélanges infusibles à la température de ramollissement de la porcelaine ont été chauffés dans des creusets de magnésie au four électrique.

Les fontes obtenues au four à vent présentent une texture cristalline visible à l'œil nu jusqu'à une teneur en bore voisine de 7 pour 100. Leur surface et leur cassure laissent apparaître de longues aiguilles prismatiques qu'une attaque prolongée à froid par l'acide chlorhydrique dilué permet d'isoler.

---

(1) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXX, 1895, p. 173.

Ces cristaux constituent le composé défini Fe^2Bo. Au-dessus de 7 pour 100, la cristallisation devient plus confuse : les fontes dont la teneur est voisine de 9 pour 100, préparées soit par combinaison directe des éléments, soit en refondant les cristaux du composé défini Fe^2Bo séparés des fontes précédentes, présentent une homogénéité complète révélée par l'examen métallographique d'une surface polie et confirmée par l'action de l'acide chlorhydrique dilué qui les dissout avec lenteur à chaud d'une manière complète et sans que la composition du résidu varie au cours de l'attaque.

Propriétés du borure : Fe^2Bo. — Ce composé se présente en cristaux prismatiques allongés, d'une couleur gris d'acier. Sa densité est de 7,37 à 18°. Il ne s'oxyde dans l'air sec qu'au rouge naissant, mais il est rapidement altéré à froid dans l'air humide. Il se dissout très lentement à chaud dans l'acide chlorhydrique étendu ou concentré qui ne l'attaque pas à froid; il se comporte de la même manière avec l'acide sulfurique; l'acide azotique étendu le dissout à chaud; l'acide concentré l'attaque très vivement à froid.

Analyse. — Ce borure a été attaqué par l'acide azotique dans le ballon de l'appareil décrit par H. Moissan pour le dosage du bore (¹); l'acide borique entraîné par l'alcool méthylique a été dosé par un titrage alcalimétrique suivant la méthode de Jones modifiée par Stock (²); le fer a été pesé à l'état d'oxyde après précipitation par l'ammoniaque. Plusieurs préparations ont donné les résultats suivants :

	I.	II.	III.	IV.	Théorie pour Fe^2Bo.
Bore.........	8,7	8,78	8,82	8,86	8,9
Fer..........	91,2	91,1	91,03	91,05	91,1

L'homogénéité que présentent les fontes à 9 pour 100 de bore disparaît lorsque la proportion de cet élément augmente, et les fontes reprennent une structure différenciée qu'elles perdent de nouveau au-dessus de 15 pour 100. Elles renferment alors le borure défini FeBo qui contient 16,4 pour 100 de bore, isolé et étudié par H. Moissan.

Au-dessus de cette teneur, la fusion ne peut plus être obtenue au four à vent; l'emploi du four électrique permet alors d'obtenir des fontes plus riches dont la composition se rapproche de celle du composé $FeBo^2$. A la température élevée à laquelle on doit opérer, le carbone des gaz du four à arc entre en réaction et s'unit principalement au bore en donnant du borure de carbone que l'on retrouve dissous dans les fontes. La quantité de carbone combinée au fer est relativement faible, mais il s'établit un équilibre entre les combinaisons respectives du fer, du carbone et du bore, et la teneur de 28 pour 100 en bore combiné au fer constitue la limite à partir de laquelle le bore en excès s'unit seulement au carbone.

Analyse. — Les fontes étudiées ont été attaquées par l'acide azotique dans l'appareil

(¹) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 1087.

(²) A. Stock, *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 516.

de H. Moissan pour le dosage du bore. L'acide borique et le fer ont été dosés comme précédemment et le résidu de borure de carbone a été recueilli et pesé sur filtre taré. La recherche qualitative du carbone combiné au fer a été faite par l'oxydation des fontes au moyen du mélange sulfochromique. Plusieurs fontes ont donné les résultats suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.	Théorie pour $FeBo^2$.
Borure de carbone (pour 100 de la prise d'essai)............	2	5	5,5	13	19,5	»
Bo, pour 100, déduction faite du borure de carbone..........	20,9	21,5	23,5	26,4	27.9	28,2
Fe, pour 100, déduction faite du borure de carbone..........	78,8	77,7	75,8	73,1	71.2	71,8
C, pour 100, par différence.....	0,3	0,8	0,7	0,5	0,9	»

Propriétés du borure $FeBo^2$. — Ce composé, qui n'a pu être préparé dans le four électrique à arc qu'accompagné d'une quantité assez considérable de borure de carbone, représente la limite supérieure de la combinaison du fer avec le bore, en présence du carbone. Il présente l'aspect d'une fonte de couleur un peu jaunâtre, très dure, rayant le quartz, et très friable.

Après porphyrisation, des lévigations au moyen du bromoforme permettent de séparer la plus grande partie du borure de carbone; le produit contenant 27,9 pour 100 de bore, dont l'analyse est indiquée plus haut et dont la densité est de 4,3 à 18°, a donné ainsi une poudre métallique ne contenant plus que 2 pour 100 de borure de carbone, et dont la densité est 5 à 18°. Ce composé n'est attaqué par l'acide chlorhydrique étendu ni à froid ni à chaud; l'acide concentré l'attaque très lentement à chaud; l'acide azotique le dissout facilement en laissant un résidu de borure de carbone. Il s'oxyde très lentement à l'air humide.

En résumé, le bore donne avec le fer, en outre du composé FeBo décrit par H. Moissan, les deux composés Fe^2Bo et $FeBo^2$, ce dernier représentant la limite supérieure de la combinaison des deux éléments en présence du carbone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation directe du toluène par catalyse.* Note de M. **Paul Woog**, présentée par M. A. Haller.

L'oxydation directe du toluène par l'oxygène en présence d'un corps catalytique a déjà été signalée. J.-J. Coquillon [1] a indiqué que, si l'on fait passer un mélange d'air et de vapeurs de toluène sur une spirale de platine ou de palladium portée au rouge, le toluène s'oxyde, et l'on recueille en petite quantité un mélange d'aldéhyde benzoïque et d'acide benzoïque.

J'ai cherché à réaliser régulièrement l'oxydation directe du toluène en employant différents catalyseurs; j'ai obtenu les résultats suivants :

J'ai d'abord essayé le platine très divisé répandu sur un support. Le corps platiné dont je me suis servi, extrêmement actif comme catalyseur, a été préparé en imprégnant des fragments d'écume de mer, préalablement lavés aux acides, avec un sel de platine, puis en réduisant celui-ci et en lavant soigneusement. Si l'on fait passer dans un tube de verre contenant ces fragments un courant d'air chargé de vapeurs de toluène par barbotage dans ce carbure légèrement chauffé, on constate que l'oxydation qui se produit est suffisamment énergique pour que la chaleur dégagée porte la masse à l'incandescence dans la partie du tube où se fait l'arrivée du mélange d'air et de toluène, c'est-à-dire à l'endroit où s'effectue la réaction. Cette oxydation énergique se manifeste parfois spontanément lorsqu'on fait l'expérience avec un tube non chauffé; on la détermine sûrement si l'on élève légèrement en un point la température du platine, de manière à amorcer la réaction. Dans ces conditions, le toluène est complètement brûlé avec formation d'acide carbonique et d'eau. En faisant circuler autour du tube contenant les fragments platinés un courant d'eau froide pour essayer de modérer l'oxydation, celle-ci ne s'est pas produite. Si l'on immerge le tube dans de l'eau chauffée progressivement jusqu'à l'ébullition, on n'observe aucune réaction tant que la température du tube est assez basse pour que le toluène s'y condense. Lorsque le tube est devenu suffisamment chaud pour qu'il n'y ait plus de condensation, l'oxydation se produit. Le toluène est brûlé complètement, d'abord sans incandescence, tant que l'excès de chaleur dégagée par la réaction est absorbé pour vaporiser le liquide précédemment condensé, avec incandescence lorsque celui-ci s'est évaporé.

J'ai utilisé ensuite, comme matières de contact, les oxydes de fer, de nickel, de cuivre et de manganèse. L'emploi des oxydes métalliques comme catalyseurs a été souvent indiqué. Récemment, MM. C. Matignon et R. Tran-

(1) J.-J. Coquillon, *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 444.

noy (¹) mettaient en évidence les propriétés catalytiques d'un certain nombre de ces substances en donnant à l'expérience la forme de la lampe sans flamme. De leur côté, MM. P. Sabatier et A. Mailhe (²) ont signalé l'oxydation des carbures forméniques sous l'action de divers oxydes métalliques.

Pour oxyder le toluène en présence de l'oxyde de fer, je me suis servi de ponce imprégnée de sesquioxyde de fer, suivant le procédé indiqué par M. L. Brunel (³). Cette ponce était contenue dans un tube de verre d'environ 60^{cm} de longueur, placé dans un bain d'air, formé par un second tube plus large, entouré d'une spirale de ferro-nickel permettant le chauffage électrique. Le toluène était entraîné comme il a été dit plus haut. Un réfrigérant placé au bout du tube à oxyde de fer condensait les produits. Dans ces conditions, on a constaté, entre les températures de 175° et 300°, une formation régulière d'aldéhyde benzoïque. On a observé la production la plus abondante en portant le tube à 280° et le toluène à 90°. Il ne faut pas que le courant d'air soit trop rapide, ni que le carbure soit porté à une température supérieure à 90°, sans quoi on n'obtient plus les proportions du mélange d'air et de vapeur de toluène les plus favorables à la réaction, et le rendement est abaissé. Si l'on chauffe au-dessus de 280°, la réaction devient si vive que l'oxyde de fer est porté à l'incandescence, et il se dépose des produits charbonneux. Le liquide recueilli est composé de toluène, d'aldéhyde benzoïque et d'eau. On sépare de ce mélange, par distillation fractionnée, environ 20 pour 100 d'aldéhyde benzoïque qui a été purifié par combinaison avec le bisulfite de soude.

Dans les mêmes conditions d'expérience, l'oxyde de nickel a donné de l'aldéhyde benzoïque à partir de 150°. Au-dessus de 230°, il se forme également de petites quantités de produits phénoliques nettement reconnaissables à l'odeur, et colorant le nitrate acide de mercure (réactif de Millon). Si l'on élève la température du tube à oxyde de nickel, l'incandescence se produit à 270°.

En employant comme catalyseur la planure de cuivre oxydée, il se produit de 180° à 260° une certaine quantité d'aldéhyde benzoïque, mais la plus grande partie du toluène est brûlée. L'incandescence se manifeste au-dessus de 250°.

Avec le bioxyde de manganèse, le carbure est complètement brûlé : l'incandescence se produit à 250°.

Le charbon, employé comme catalyseur sous forme de fragments de coke,

(¹) C. Matignon et R. Trannoy, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1210.
(²) P. Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1394.
(³) L. Brunel, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8ᵉ série, t. VI, 1905, p. 205.

comme l'a indiqué M. Trillat pour la préparation du formol, a fourni à partir de 200° un peu d'aldéhyde benzoïque, mais l'oxydation du toluène donne surtout de l'acide benzoïque. A 370°, la formation de cet acide est abondante. Il ne s'est pas manifesté d'incandescence.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de préparation des aminoalcools à fonction alcoolique primaire.* Note de M. **H. Gault**, présentée par M. A. Haller.

La méthode de préparation des aminoalcools la plus généralement employée jusqu'à présent consistait dans la condensation des amines avec les chlorhydrines des glycols obtenues soit directement à partir des glycols eux-mêmes, soit en faisant réagir les dérivés organométalliques mixtes du magnésium sur la monochloracétone ou le monochloracétate d'éthyle (¹); dans ces deux derniers cas, on obtenait d'ailleurs uniquement les aminoalcools tertiaires.

Au cours de recherches sur les aminoalcools primaires, j'ai été amené, dans le but de préparer plus facilement ces composés, à appliquer aux aminoéthers la méthode générale de réduction des éthers due à MM. Bouveault et Blanc. Alors que ces auteurs n'avaient dirigé leurs essais dans ce sens que sur l'α-aminoïsobutylacétate d'éthyle (²), sans qu'ils puissent d'ailleurs constater la moindre trace de réduction, j'ai obtenu un certain nombre de résultats assez satisfaisants et c'est leur exposé qui forme l'objet de cette Note.

Mes recherches ont porté successivement sur l'aminoacétate d'éthyle (glycocollate d'éthyle), sur les éthers benzyl, phényl, *m.* et *p.* toluyl, méthylphényl aminoacétiques et sur l'éther β-diéthylaminopropionique. J'ai préparé ces éthers, à l'exception du glycocollate d'éthyle, par condensation directe du chloracétate d'éthyle ou du β-chloropropionate d'éthyle avec les amines correspondantes. Ce procédé, bien connu dans le cas des amines cycliques et de la benzylamine, donne également d'excellents résultats en ce qui concerne la diéthylamine. On obtient immédiatement l'aminoéther correspondant avec un rendement quantitatif.

(¹) Tiffeneau, *Comptes rendus,* t. CXXXIV, 1902, p. 775. — Fourneau, *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, 1904, 766.

(²) *Bull. Soc. chim.,* t. XXXI, 1904, p. 1210.

J'ai effectué la réduction de ces éthers par le sodium et l'alcool absolu en suivant rigoureusement les indications de MM. Bouveault et Blanc.

Glycocollate d'éthyle. — Je n'ai pu obtenir trace de l'alcool correspondant et l'alcoolate de sodium scinde probablement la molécule de l'éther en ammoniac et acide acétique.

Diéthylaminoacétate d'éthyle. Diéthylaminoéthanol. — La réduction s'effectue normalement; on obtient le diéthylaminoéthanol correspondant avec un rendement d'environ 50 pour 100.

Benzylaminoacétate d'éthyle. — Benzylaminoéthanol. — La réduction pratiquée dans les conditions habituelles fournit le benzylaminoéthanol, mais avec un rendement ne dépassant pas 20 pour 100.

Phénylaminoacétate d'éthyle. — Phénylaminoéthanol. — On obtient le phénylaminoéthanol avec un rendement d'environ 40 à 50 pour 100.

m. et p.-toluylacétates d'éthyle. — Dans aucun de ces deux cas la réduction n'a donné de résultats. Il se forme immédiatement des dérivés sodés insolubles qui dans ces conditions ne sont plus susceptibles de se réduire. Il m'a été impossible d'isoler la moindre trace des alcools correspondants.

Méthylphénylaminoacétate d'éthyle. — Méthylphénylaminoéthanol. — Dans ce cas encore, la réduction est anormale et l'on obtient à côté de 30 pour 100 du méthylphénylaminoéthanol une quantité notable de monométhylaniline résultant de la scission de la molécule de l'aminoéther sous l'influence de l'alcoolate de sodium.

Diéthylaminopropionate d'éthyle. — Diéthylaminopropanol. — L'éther obtenu par condensation directe de la diéthylamine et du β-chloropropionate d'éthyle se réduit facilement en diéthylaminopropanol. Le rendement est voisin de 40 pour 100 et se trouve abaissé par la production de diéthylamine.

De l'ensemble de ces faits on peut conclure que, si la réduction des aminoéthers ne donne aucun résultat lorsque la fonction amine est primaire, ainsi que le prouvent les effets produits sur l'α-aminoisobutylacétate d'éthyle et sur le glycocollate d'éthyle, il peut y avoir avantage à utiliser cette méthode à la préparation des aminoalcools primaires à fonction amine secondaire et surtout tertiaire.

J'ai l'intention de poursuivre mes recherches dans cette voie et de les étendre à quelques cas particuliers.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés asymétriques de l'hexane-diol 1.6; glycol heptaméthylénique.* Note de M. **R. Dionneau**, présentée par M. A. Haller.

J'ai d'abord préparé les bromoéthers de l'hexane-diol, de la forme $RO(CH^2)^6Br$, par l'action modérée du gaz bromhydrique sur les diéthers

(*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 91). Mais cette réaction donne des produits accessoires trop difficiles à séparer et j'ai dû chercher une méthode plus avantageuse : je me suis arrêté à la suivante :

Action du bibromohexane 1.6 *sur les alcoolates alcalins.* — Sur 1^{mol} de bibromohexane, on fait agir 1^{mol} d'alcoolate alcalin, par exemple de méthylate de sodium, pour avoir la réaction unilatérale :

$$CH^3ONa + Br(CH^2)^6Br = NaBr + CH^3O(CH^2)^6Br.$$

Après avoir dissous le sodium dans l'alcool méthylique absolu, on ajoute le bibromure. Il se dissout mal et, pour obtenir la dissolution complète, on serait obligé de mettre une trop grande quantité d'alcool : j'ai préféré ajouter de l'éther anhydre. La préparation est abandonnée à la température du laboratoire. Au bout d'un jour, les cristaux de bromure de sodium commencent à se déposer; quand ils n'augmentent plus sensiblement, on chauffe pour achever la réaction, on lave et l'on distille la couche éthérée.

Après départ de l'éther, la distillation est continuée dans le vide (sous 35^{mm}). Il passe :

Vers 40°, des produits éthyléniques;

A 90°, de l'éther diméthylique $CH^3O(CH^2)^6OCH^3$, résultant de la réaction bilatérale;

A 112, portion principale, du méthoxybromohexane;

A 140°, du bibromure non attaqué.

Dans la fraction 112°, le brome a été dosé et trouvé exact.

Le *méthoxybromohexane* 1.6 est un liquide incolore d'une légère odeur de fruits; $D_{21°} = 1,194$. Il ne se congèle pas dans le mélange glace et sel.

Rendement. — Le bibromure non attaqué peut être remis en œuvre dans une préparation ultérieure. La diméthyline se transforme facilement et intégralement en bibromure. La seule véritable perte résulte de la formation d'un peu de produits éthyléniques.

Si l'on tient compte du bibromure récupéré, le rendement est d'environ 75 pour 100.

Synthèses dans la série heptaméthylénique. — Parmi les réactions intéressantes auxquelles peut servir le méthoxybromohexane, j'ai fait d'abord la synthèse du glycol pimélique, dont la recherche a été l'occasion de ce travail.

Le dérivé magnésien $BrMg(CH^2)^6OCH^3$, traité par l'éther méthylique bromé $BrCH^2OCH^3$, a donné la diméthyline de l'heptanediol,

$$CH^3O(CH^2)^7OCH^3.$$

Cette diméthyline, chauffée à 100° avec l'acide bromhydrique, jusqu'à refus, s'est transformée en *dibromoheptane* 1.7, liquide bouillant à 156°, sous 35^{mm}.

Le dibromoheptane, traité par le phénate de sodium, a reproduit le *diphénoxyheptane* de Solonina, fusible à 53°.

Le dibromoheptane, traité par l'acétate d'argent, s'est transformé en éther diacétique. La *diacétine heptaméthylénique* est un liquide incolore, bouillant à 270°, sous la pression ordinaire. Elle n'a pas cristallisé dans le mélange glace et sel; $D_{15^\circ} = 1{,}01$.

Enfin la diacétine, distillée sur de la chaux sodée, a donné le glycol heptaméthylénique. L'*heptane-diol* 1.7 bout à 172° sous 35^{mm} et à 259° sous la pression ordinaire. Il se condense dans le réfrigérant en un liquide très visqueux; abandonné à la température du laboratoire, il se prend lentement en cristaux, fusibles à 19°. Ces cristaux sont très solubles dans l'eau et dans l'alcool, peu solubles dans l'éther. Exposés à l'air, ils attirent l'humidité et se liquéfient.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des dérivés halogénés des acétones sur quelques amines aromatiques*. Note de M. **A. Richard**, présentée par M. A. Haller.

Dans un Mémoire présenté à la Société chimique de Paris (3e série, t. VI, 1891), Démètre Vladesco, étudiant l'action de la méthyléthylcétone α-chlorée sur quelques amines aromatiques, arrive à la conclusion suivante :

L'aniline et la méthylaniline, traitées à chaud par la méthyléthylcétone α-chlorée, donnent naissance respectivement à deux dérivés indoliques : le Pr 2.3-diméthylindol et le Pr 1.2.3-triméthylindol

NH — C — CH^3 / C — CH^3 (noyau benzénique)   N.CH^3 — C — CH^3 / C — CH^3 (noyau benzénique)

et il ajoute : « Tous les composés chlorés des autres cétones peuvent participer à ces réactions. »

J'ai essayé d'étudier l'action de la monochloracétone ou de la monobromacétone ordinaire sur l'aniline et les toluidines, en même temps que je reprenais les expériences de Vladesco avec la méthyléthylacétone α-chlorée

ou α-bromée. Ce sont les premiers résultats de mes recherches que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie.

Si l'on fait réagir 1^{mol} de diméthylcétone monochlorée sur 2^{mol} d'aniline, en chauffant au bain-marie avec réfrigérant ascendant, on ne tarde pas à voir la masse se colorer assez rapidement; puis une vive ébullition se produit, en même temps que le liquide s'épaissit. La réaction est alors terminée. Après refroidissement, on constate qu'il existe dans le ballon un magma visqueux à reflets rouge mordoré au sein duquel est un corps cristallisé.

Par des lavages à l'eau distillée il est possible de séparer d'abord le corps cristallisé qui peut d'ailleurs être obtenu pur par évaporation de sa solution. Ce composé n'est autre que le chlorhydrate d'aniline.

Le corps brun visqueux qui reste est traité, comme le fait Vladesco, par l'acide chlorhydrique concentré ou par l'alcool à chaud dans lequel il se dissout entièrement. La solution alcoolique est ensuite projetée dans un excès d'eau froide. Il se forme un précipité brun marron qui, desséché à basse température sur une plaque poreuse, se présente comme un hydrate d'une phénylacétonamine de formule $N\begin{cases}H\\C^6H^5\\CH^2-CO-CH^3\end{cases}$ résultant de la substitution à 1^{at} d'hydrogène de l'aniline du radical ($CH^3-CO-CH^2$).

Maintenu quelque temps dans l'eau à l'ébullition et desséché, le composé obtenu est bien l'amine de formule globale $C^9H^{11}NO$, comme le montrent les nombres suivants :

C (obs.)	72,18	C (th.)	72,48
H »	7,34	H »	7,38
N »	9,38	N »	9,39
O »	11,10	O »	10,73

On peut d'ailleurs arriver aux mêmes résultats en laissant l'acétone chlorée réagir lentement à froid sur l'aniline, ces deux corps étant préalablement dissous dans l'éther. On a l'avantage de pouvoir séparer facilement les cristaux de chlorhydrate d'aniline qui sont peu solubles dans l'éther et qu'une décantation suivie d'un lavage à l'éther permet d'avoir complètement purs.

Des résultats de même nature sont obtenus si l'on remplace la monochloracétone par la monobromacétone. En solution éthérée, les cristaux de bromhydrate d'aniline apparaissent plus rapidement.

De même encore, si à l'aniline on substitue l'une des trois toluidines, la réaction est en tous points semblable : formation d'un chlorhydrate ou d'un bromhydrate de toluidine et d'une amine provenant de la substitution à 1^{at} d'hydrogène du radical de l'acétone

$$N\begin{cases}H\\C^6H^4.CH^3\\CH^2-CO-CH^3\end{cases}.$$

Dans aucun cas je n'ai pu obtenir le dérivé indolique homologue inférieur de celui qu'a indiqué Vladesco, à moins que le composé que j'ai préparé ne soit un hydrate de cet indol, ce qui reste à démontrer.

En revanche, en opérant avec la méthyléthylcétone α-chlorée ou α-bromée, et les faisant réagir à chaud sur l'aniline ou la *p*.-toluidine, j'ai obtenu des corps parfaitement cristallisés : l'un, celui que Vladesco a déjà préparé, mais l'autre, un composé nouveau de formule globale $C^{10}H^{11}N$ et qui, d'après mes premières expériences, serait un isomère du Pr-1.2.3-triméthylindol, Bz-3-méthyl-*p*.-2.3-diméthylindol, et pourrait être représenté ainsi :

$$\begin{array}{c} NH^2 \\ CH^3\text{-}C_6H_3 < \begin{array}{l} C - CH^3 \\ \| \\ C - CH^3. \end{array} \end{array}$$

D'après les observations que j'ai pu faire jusqu'ici, et que je me propose de compléter, la différence qui existe entre ces réactions peut s'interpréter de la façon suivante :

A la température ordinaire, la réaction qui se produit est une réaction de double décomposition. L'élément halogène (chlore ou brome) se combine à 1[at] d'hydrogène de l'amine employée, donnant un hydracide qui formera un sel de l'amine pendant que le résidu cétonique prendra la place de l'atome d'hydrogène. Mais, si l'on chauffe cette amine cétonique et si le groupe $-N\begin{smallmatrix}/H\\ \backslash R\end{smallmatrix}$ est en position secondaire à côté du groupe $-CO-$ (comme c'est le cas avec la méthyléthylcétone α-chlorée), la condensation est plus grande, il se forme 1[mol] d'eau et un dérivé indolique.

Je me propose d'ailleurs de vérifier si cette hypothèse est fondée, en modifiant le procédé expérimental et en opérant avec d'autres cétones.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Analyse complète du fruit du* Lycopersicum esculentum *ou Tomate*. Note de M. **J.-M. Albahary**, présentée par M. Armand Gautier.

Il nous a paru intéressant de faire une analyse complète de la Tomate, dont les indications diététiques et la valeur alimentaire sont encore discutées.

Pour le dosage des acides bibasiques, nous nous sommes servi de la

méthode que nous avons communiquée récemment dans ce Recueil [1], en y apportant les modifications suivantes :

On précipite d'abord l'acide tartrique, puis l'acide oxalique et, pour la séparation de l'acide succinique, on se sert du perchlorure de fer (Fe^3Cl^6), qui rend plus facile la précipitation de cet acide.

2584g de Tomate fraîche ont été analysés et nous ont donné les résultats suivants :

Eau	2414g	ou 93,5 % du fruit frais	
Matières azotées [2]	24	ou 0,95 »	(dont 0,028 % de soufre organique)
Matière sans azote [2]	13,10	ou 0,50 »	
Graisse	5,20	ou 0,20 »	
Hydrates de carbone	93,03	ou 3,60 »	(glucose, fructose et saccharose)
Matières insolubles	46,50 dont	43,63 de matières organiques ou 1,69 %	
		2,87 » inorganiques ou 0,11 %	
Cendres totales	19,20	ou 0,74 p. 100 dont 0,12 de phosphate de chaux	

Pour neutraliser l'acidité de l'extrait aqueux de ces 2584g de Tomate fraîche, 187cm³,6 de NaOH normale ont été nécessaires.

Les acides libres dosés dans la Tomate étaient dans les proportions suivantes :

Acide malique	12g,56	correspondant à	7cm³,5 de NaOH normale	ou 0,48	% du fruit frais
» citrique	2,25	»	35 »	» 0,09	»
» oxalique	0,022	»	0,4 »	» 0,001	»
» tartrique	traces				
» succinique	traces				

Toutefois, ces acides ne forment pas la totalité des acides libres de ce fruit; 144cm³,7 de NaOH normale sont encore neutralisés par des acides ne précipitant pas l'acétate de plomb, probablement de l'acide glycolique ou analogues. Nous reviendrons sur ce point.

Outre les acides libres, la Tomate contient encore des acides liés à des bases sous forme de sels insolubles dans l'alcool et dans l'eau. En traitant le résidu de l'extraction aqueuse par l'alcool chlorhydrique, on obtient une solution contenant :

Acide malique : 0g,285 ou 0,01 pour 100; *acide citrique :* 1g,45 ou 0,06 pour 100; *acides oxalique, tartrique* et *succinique :* en quantités infinitésimales et peut-être d'autres acides.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1232.

(2) Dont une grande partie insoluble dans l'eau.

Dans les cendres, nous avons reconnu, à côté de quelques alcalis et alcalino-terreux, de l'acide phosphorique, de l'acide silicique, une quantité de fer dosable qui ne se trouve pas uniquement dans la matière insoluble de la Tomate, car nous avons décelé aussi le fer dans la partie soluble en combinaison organique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Analyse immédiate du jaune d'œuf.* Note de M. **N.-A. Barbieri**, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai cherché à isoler du jaune d'œuf, par l'emploi des seuls dissolvants neutres, les principes préexistants, dans le but de les comparer avec ceux que j'ai isolés du tissu nerveux par la même méthode ([1]).

Six cents jaunes d'œufs sont laissés pendant 30 à 40 jours en contact d'un excès de sulfure de carbone pur. Le sulfure de carbone gonfle la vitelline; on sépare le sulfure de carbone au fur et à mesure qu'il tombe au fond des flacons. Pour extraire celui qui reste englobé dans la vitelline, il est nécessaire d'ajouter de l'alcool. On filtre alors; la vitelline, légèrement colorée en jaune, reste sur les filtres, et l'on sépare par décantation la couche inférieure de CS^2 placée au-dessous de la couche alcoolique qui reste colorée en jaune. La vitelline abandonnée à l'air, après avoir complètement perdu le CS^2, est reprise par l'alcool jusqu'à ce que celui-ci ne se colore plus. On réunit toutes les solutions alcooliques et on les évapore. Le résidu est repris par l'éther, et le résidu de l'évaporation de cet éther est repris par le CS^2 et additionné à la masse de l'extrait sulfocarboné.

En procédant ainsi, et ainsi seulement, on sépare de la vitelline la totalité des principes solubles dans l'éther et le sulfure de carbone.

L'évaporation complète du sulfure de carbone de l'opération précédente laisse un liquide huileux. Ce résidu, dissous dans la moindre quantité d'éther, est additionné d'un excès d'alcool fort qui provoque un précipité abondant (A) visqueux, très adhérent aux récipients (matière visqueuse de Gobley?), tandis que les parties solubles restent dans l'alcool (solution B).

Le précipité A, qui représente 90 pour 100 de l'extrait complet sulfocarboné, est plusieurs fois dissous dans l'éther et reprécipité par l'alcool fort jusqu'à complète décoloration. Les alcools de lavage du précipité (A) sont ajoutés à la solution B. Le précipité A est dissous dans une faible quantité d'éther, et, après une suite de refroidissements répétés au-dessous de zéro, le corps (A) se divise en deux parties bien distinctes, l'une

([1]) *Comptes rendus*, 5 juin 1905.

liquide (*a*), l'autre solide (*b*), que l'on sépare par filtration. Le corps liquide (*a*) est l'huile d'œuf qui, purifiée par le noir animal, est entièrement exempte d'azote, de phosphore, de soufre et de cendres. Cette huile donne à l'analyse :

$$C = 76,55; \quad H = 11,65; \quad O = 11,80,$$

composition qui se rapproche beaucoup de celle de la trioléine.

Le corps solide (*b*) est soluble à chaud dans l'alcool, mais il se dépose par refroidissement en gelée. Ce corps, après purification, est blanc, cristallin, il fond à 60°-61°. Il ne contient ni azote, ni phosphore, ni soufre, ni cendres. Il donne à l'analyse :

$$C = 76,20; \quad H = 12,20; \quad O = 11,60.$$

J'ai identifié ce corps avec la tristéarine, dont il a le point de fusion. La tristéarine et l'huile d'œuf ont donné respectivement par hydrolyse chlorhydrique ($HCl \frac{2}{100}$) de l'acide stéarique, de l'acide oléique et de la glycérine.

La solution alcoolique B ci-dessus est fortement colorée en jaune; elle est formée de l'ensemble des corps solubles dans l'alcool légèrement éthéré. Cette solution alcoolique B est distillée au $\frac{1}{10}$. Il se dépose d'abord un peu d'huile d'œuf, qui avait été entraînée par l'éther. Lorsque la totalité de cette huile s'est déposée, on la sépare et l'on évapore alors complètement l'alcool.

Son résidu, séché dans le vide, forme une masse jaunâtre et molle (C). Une partie de cette masse jaunâtre, dissoute dans l'éther et additionnée d'un excès d'alcool fort, ne doit donner aucun précipité, sinon il resterait encore de l'huile d'œuf. Cette masse jaunâtre (C) est alors dissoute dans une faible quantité d'éther : par addition d'acétone à cette solution, on obtient encore un précipité visqueux adhérant aux récipients, sans doute un des composants de l'ancienne matière visqueuse de Gobley. Ce deuxième précipité visqueux (D) est plusieurs fois lavé à l'acétone jusqu'à *complète décoloration*. On évapore cette solution tant qu'il reste de l'éther et l'on ajoute au deuxième précipité visqueux (D) le faible dépôt qui se produit.

Ce précipité (D) dissous dans l'éther dépose par refroidissement réitéré au-dessous de zéro un corps blanc, cristallin, qu'on sépare par filtration. Il faut 1000 jaunes d'œufs pour obtenir environ 3^g de ce corps. Il est soluble dans un excès d'alcool et neutre, mais les cendres sont acides. Il est très riche en azote et en phosphore, il fond à 180° et il a donné à l'analyse :

$$C = 64,80; \quad H = 11,30; \quad N = 3,66; \quad Ph = 1,35;$$
$$S = 0,40; \quad O = 18,49; \quad \text{Cendres nulles.}$$

Ce corps mêlé de tristéarine fut entrevu à l'état impur par Gobley, qui

l'appela *cérébrine*. Il se rapproche par sa composition de l'acide cérébrique de Frémy. Je propose de lui donner le nom d'*ovine*.

Après avoir évaporé l'éther dont l'ovine a été séparée il reste une masse molle blanchâtre (E) qui, reprise par l'alcool méthylique, se divise en deux couches, l'une inférieure huileuse, et l'autre supérieure qui, séparée par décantation et purifiée sur le noir animal, abandonne une substance qui se gonfle dans l'alcool méthylique. Cette masse blanchâtre (E) contient pour 100 : Az = 2,25; Ph = 1,10; je n'en ai pas encore fait l'étude complète.

On évapore l'acétone qui avait servi à précipiter les trois corps ci-dessus et le résidu d'une coloration jaune intense est traité à chaud par l'acide acétique. Celui-ci abandonne par refroidissement la totalité de l'ovocholestérine qui préexiste dans le jaune d'œuf. 1000 jaunes d'œufs ont fourni environ 15^g d'ovocholestérine. Cette ovocholestérine purifiée est cristalline. Elle fond à 145°. Elle donne à l'analyse :

$$C = 83,44; \quad H = 11,84; \quad O = 4,72,$$

nombres qui se rapprochent beaucoup de ceux de la cholestérine du tissu nerveux.

On neutralise l'acide acétique par une solution aqueuse de potasse et la liqueur est reprise par l'éther. Celui-ci, après évaporation, laisse une huile d'une coloration jaune intense. Cette chromatine, plusieurs fois reprise par l'éther ou le chloroforme, abandonne de petits cristaux octaédriques fusibles à 115° que, à ma grande surprise, j'ai reconnu être formés par du soufre presque pur.

J'ai répété la même opération et obtenu les mêmes résultats sur l'extrait éthéré de 300 jaunes d'œufs.

J'ai aussi obtenu les mêmes résultats sur 200 jaunes d'œufs séchés à basse température.

Bien que cette étude ne soit pas encore complète, tout cependant fait prévoir que, sous le nom de *lécithine*, on a probablement désigné un mélange de quelques-uns des principes préexistants du jaune d'œuf et qui font l'objet de cette Note.

En résumé, les principes que j'ai isolés jusqu'à présent du jaune d'œuf sont : 1° la tristéarine et la trioléine de l'huile; 2° l'ovine (substance azotée, sulfurée et riche en phosphore qui se rapproche de l'ancienne cérébrine de Gobley); 3° la cholestérine; 4° du soufre cristallisé dont l'origine reste douteuse.

BOTANIQUE. — *Sur les formations cystolithiques des Cistes*. Note de M. **Gard**, présentée par M. Guignard.

La plupart des Cistes offrent, dans leur limbe, des épaississements membraneux particuliers, d'un blanc nacré, fortement incrustés de silice. Leur disposition ne présente rien de régulier; ils sont disséminés çà et là en des points quelconques du limbe : cellules épidermiques, stomatiques, palissadiques ou du parenchyme lacuneux. Parfois cependant, les éléments qui les renferment sont plus grands que les autres et alors ils se rapprochent des vrais cystolithes, bien que dépourvus de pédicelle (*C. vaginatus* Ait.; *C. Clusii* Dun.). L'épaississement peut être localisé en un point, au milieu d'une paroi, sans occuper toute son étendue.

Ces formations, sur lesquelles aucun auteur n'a encore attiré l'attention chez les Cistinés, se présentent sur les parois externes ou latérales, ou à la fois sur les deux, des cellules épidermiques. Mais, dans le mésophylle, elles peuvent intéresser une paroi quelconque de la cellule. On y observe des couches concentriques très apparentes, surtout après l'action de l'hypochlorite, des acides, etc. Rarement les éléments qui les possèdent sont isolés; le plus souvent plusieurs cellules contiguës offrent des épaississements analogues qui se groupent autour d'un même centre, un peu à la façon des sphéro-cristaux d'inuline. L'ensemble peut même former des amas considérables (*C. vaginatus* A., *C. heterophyllus*). Tantôt ils sont minces, tantôt très épais, remplissant alors la presque totalité de la cellule. Ils existent souvent dans celles qui entourent un stomate ou la base d'un poil.

Ces formations cystolithiques silicifiées sont analogues à celles qui ont été signalées dans certaines Oléacées, Santalacées, Loranthacées et Euphorbiacées.

Elles ne peuvent pas être utilisées pour la distinction des espèces, si ce n'est d'une manière accessoire. Leur forme et leur groupement sont variables. Il n'existe pas un type de caractères bien déterminés pour chaque espèce. On ne peut qu'indiquer leur abondance relative, leur disposition la plus fréquente. Néanmoins, il n'est pas inutile de les mentionner dans une description anatomique d'espèces, car elles se montrent constantes chez des individus d'origine très différente. C'est ainsi que, chez *C. monspeliensis,* elles sont particulièrement abondantes dans l'épiderme de la face ventrale du limbe; chez *C. populifolius,* dans les stomates et les cellules qui

les entourent à la face dorsale, etc. Enfin, certaines espèces paraissent en être dépourvues, tels sont *C. crispus* L., *C. sericeus* M., *C. Pouzolzii* Del. et *C. osbeckiæfolius* Well. Cependant, comme il est parfois nécessaire de passer en revue plusieurs séries de coupes transversales ou tangentielles pour les rencontrer, elles peuvent échapper à l'observation, surtout si elles sont isolées.

MÉDECINE. — *Sur le traitement de la pellagre par l'atoxyl.* Note de M. V. **Babès**, présentée par M. Bouchard.

Lombroso recommande l'arsenic dans le traitement de la pellagre; cependant ce traitement donne des résultats variés et il est souvent mal toléré, produisant une aggravation des symptômes gastro-intestinaux surtout chez les personnes cachectiques, chez les vieux artério-scléreux, chez les néphrétiques; de même que dans la pellagre héréditaire, ce traitement ne donne pas de résultats et peut être suivi de symptômes d'intoxication. Le traitement combiné de Galli (arséniate de fer) donne des résultats encourageants dans certains cas, tandis que dans d'autres cas les effets sont nuls ou bien le traitement est mal supporté.

L'atoxyl étant presque inoffensif et permettant l'introduction de grandes quantités d'arsenic m'a semblé être plus indiqué, car j'ai trouvé dans la pellagre non seulement les indices d'une intoxication mais aussi d'une infection particulière, analogue aux infections dans lesquelles l'atoxyl a été employé avec succès. J'avais donc entrepris, en collaboration avec le Dr Vasilin de Roman, le traitement d'une série de pellagreux, qui nous ont donné des résultats des plus encourageants et qui ont fait le sujet d'une Communication préliminaire faite à l'Académie de Bucarest le 1er juin 1907.

Basé sur ces expériences et sur une grande série d'expériences ultérieures, nous sommes arrivé aux conclusions suivantes :

1° Les pellagreux sont très sensibles à l'action de l'atoxyl.

2° Cette sensibilité est plus prononcée chez les enfants et chez les jeunes personnes au commencement ou en plein développement des symptômes aigus de la pellagre, que chez les cachectiques, chez les vieux et chez ceux qui présentent un état très chronique indolent, et surtout chez les maniaques et déments.

3° Les malades de la première catégorie ressentent à la suite de l'inoculation de $0^{cg},10$ d'atoxyl une amélioration brusque extraordinaire, en même

temps qu'une élévation de température à 38°-39° qui se maintient durant 1 à 2 jours : c'est surtout après la disparition de cette réaction que l'amélioration se prononce.

L'amélioration consiste dans la disparition complète de la diarrhée, tellement rebelle à tous les traitements, dans la disparition rapide des sensations de terribles brûlures qui désespèrent les malades et les poussent au suicide; amélioration et disparition de l'insomnie, de l'érythème pellagreux et des œdèmes. Apparition de l'appétit, de la lucidité, d'un bien-être général; amélioration de tous les symptômes nerveux, de l'asthénie, des céphalées, de la confusion mentale. Les symptômes les plus rebelles à ce traitement sont la tachycardie, les états mentaux chroniques, manie chronique, démence, paralysie, Parksson, myélites.

Les améliorations et même guérisons temporaires sont les plus rapides et frappantes chez les enfants.

4° La disparition des symptômes s'est maintenue dans la plupart des cas pendant toute la durée de l'observation (20 jours).

Dans des cas très graves, quelques-uns des symptômes sont revenus, mais sous une forme mitigée (diarrhées, érythème, excitations); de sorte que l'état général restait tout de même très amélioré.

5° Les injections ultérieures sont suivies d'une réaction thermique parfois moins accentuée, cette réaction étant la plus forte chez les malades où l'effet du médicament est plus rapide et le plus éclatant.

En augmentant la dose à $0^{cg},20$ la réaction thermique devient plus accusée et plus durable.

L'emploi des doses plus fortes ne semble pas être plus salutaire que celui de la dose de $0^{cg},10$; il semble même que la dose de $0^{cg},2$ peut, au moins chez l'enfant, reproduire quelques symptômes de la maladie. Toutefois, l'amélioration continue aussi après l'injection des doses plus élevées.

6° Sans pouvoir nous prononcer encore sur les effets durables de l'atoxyl dans la pellagre, nous pouvons affirmer que cette substance possède une action spécifique sur cette maladie en pr duisant ordinairement une élévation passagère de la température et une modification rapide dans le sens d'une amélioration de tous les symptômes de la maladie et même de la guérison. Quoiqu'il y ait lieu de penser que ces effets ne seront pas stables, nous espérons que, par le dosage prudent et par un régime approprié, nous arriverons à la guérison d'un grand nombre de pellagreux.

ANTHROPOMÉTRIE. — *Pelliplanimétrie photographique ou nouvelle méthode pour mesurer rapidement la surface du corps humain vivant.* Note (¹) de M. **B. Roussy**, présentée par M. d'Arsonval.

Depuis de nombreuses années, je m'efforce d'appliquer la photographie à la mesure de la surface de certains corps et, tout particulièrement, de la surface du corps humain.

Après avoir fait mes premiers essais sur des corps géométriques rectangulaires, cylindriques ou cubiques, j'ai été conduit, expérimentalement, à penser que la *surface du corps humain* ne devait s'éloigner que très peu de la somme des surfaces des images photographiques des faces antérieure, postérieure, et des deux profils généraux, augmentée de celles des deux profils spéciaux des membres supérieurs et de celles de la plante des pieds, multipliées par le carré du quotient de leur réduction linéaire. Je résolus naturellement de vérifier ma pensée par l'expérience.

Mais, tout d'abord, je devais arriver à relever, directement et exactement, la surface réelle du corps humain.

Ne pouvant, que très difficilement, faire cette mesure sur un homme vivant, j'ai eu l'idée, pour faciliter mes premières recherches, de faire construire, par l'un des meilleurs artistes spécialistes de Paris, une statue de carton-pâte représentant, aussi exactement que possible, un homme nu de dimensions normales, ayant $1^{m},665$ de hauteur totale, les bras articulés et les membres inférieurs légèrement écartés transversalement.

La surface totale, relevée avec soin par différents procédés, mais surtout au moyen de mousseline à patron, parfaitement appliquée sur le mannequin, puis sur un plan quadrillé, fut trouvée égale à $178^{dm^2},53$.

Les membres supérieurs ayant été convenablement écartés, comme les inférieurs, de façon à ce que toute la surface fût aussi bien éclairée que possible, la mise au point ayant été faite successivement sur les plans médians transversal et antéro-postérieur, puis la plaque sensible étant placée parallèlement à chaque plan et l'axe de l'objectif passant par le milieu de la hauteur du sujet, les photographies furent prises.

Le calcul de la surface totale du mannequin, fait un certain nombre de fois, en multipliant, par le carré du quotient de réduction, les surfaces réduites

(¹) Présentée dans la séance du 1er juillet 1907.

des photographies relevées au moyen d'une plaque de verre quadrillée, et surtout au moyen du planimètre, a toujours reproduit les $178^{dm^2},53$, avec un excédent variant de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{180}$ de cette surface.

Pour mieux éprouver encore la méthode, j'ai divisé la surface du mannequin, au moyen de traits coloriés, en 56 segments numérotés, visibles sur l'une ou l'autre face, qui ont été photographiés en réduction, puis mesurés comme il est dit plus haut.

D'autre part, la surface entière du mannequin ayant été étroitement recouverte de mousseline à patron, puis découpée en segments numérotés, chaque segment fut détaché, fixé sur le plan quadrillé et mesuré. Tous furent ensuite photographiés avec la même réduction que celle employée pour le mannequin. Enfin, chaque segment fut mesuré indirectement au moyen de la méthode.

Or, dans tous les cas, il y eut presque égalité, soit entre les surfaces des différents segments correspondants, soit entre leurs sommes totales respectives.

J'ai alors commencé à appliquer cette *nouvelle méthode pelliplanimétrique* à l'homme vivant et, tout d'abord, à des enfants âgés de 7 à 11 ans. Elle m'a donné des résultats tout à fait concordants avec le précédent.

Comme on voit, ces premières recherches sont très encourageantes. Il me paraît certain, qu'en opérant avec le matériel et l'organisation nécessaires et qui, malheureusement, me manquent, j'obtiendrai, sur le vivant, des résultats plus précis encore.

Cette méthode ne comporterait pas plus de quelques secondes de pose. Deux photographies, une de face ou de dos et une de profil, pourraient peut-être suffire, à la rigueur, pour obtenir à peu près les mêmes résultats. La technique du calcul, simple, commode et rapide, paraît très sûre.

D'autre part elle permet de fixer, en même temps, réduites ou amplifiées, toutes les dimensions linéaires du corps.

Les applications de cette *nouvelle méthode*, applications que je compte faire ressortir, sont nombreuses et importantes.

En somme, elle présente des avantages précieux et évidents.

Pour permettre de mieux comprendre la technique que j'ai employée, je soumets à l'Académie 18 photographies qui en représentent les principaux détails.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur les ferments des maladies des vins et spécialement sur le* Coccus anomalus *et la maladie du* Bleu *des vins de Champagne.* Note (¹) de MM. **P. Mazé** et **P. Pacottet**, présentée par M. Roux.

Nous avons déjà publié les résultats de nos premières recherches sur les ferments qui altèrent les vins (²). Ces résultats nous ont permis d'identifier les espèces bactériennes que nous avons isolées à celles qui sont la véritable cause des maladies classiques décrites par Pasteur.

Pour soutenir cette conclusion, nous nous sommes appuyés sur les caractères morphologiques et les propriétés physiologiques des bactéries isolées. Dans nos milieux de culture, ces bactéries produisent de l'acide lactique, de l'acide acétique, de l'alcool et du gaz carbonique et, en outre, de la mannite en présence de lévulose et d'alcool; l'acide lactique, l'acide acétique et la mannite ont été caractérisés depuis longtemps dans les vins malades; leur formation, dans les cultures pures, constitue donc un argument en faveur du procès d'identification que nous poursuivions.

Nous avons cultivé les ferments de la *Tourne* et de l'*Amer* dans du moût de raisin en concurrence avec la levure, ce qui nous a permis d'obtenir des vins piqués et mannités, accidents fréquents dans la pratique, où ils se produisent d'ailleurs dans les conditions où nous avons opéré.

Il restait alors à montrer que l'ensemencement des vins sains par des cultures pures de ferments, seuls ou associés, permet de reproduire les altérations qui s'observent dans les caves. Ces expériences ont été faites avec succès, et les résultats en seront publiés incessamment.

Nous devons revenir ici sur le *Coccus des vins de Champagne*. Bien que nous ayons laissé entrevoir que ce microbe doit être très répandu dans les vins, son importance économique nous avait échappé.

De sa morphologie et de sa physiologie nous n'avons rien à dire que nous n'ayons déjà publié. Son aspect tend à le rapprocher des sarcines; mais ses éléments sont inégaux et légèrement aplatis sur les faces tangentielles; c'est pour cela que nous le nommons *Coccus anomalus*. Il doit être identique au *micrococcus vini* de Wortmann, bien que cet auteur ne signale aucune des particularités précédentes; cette dénomination peut le faire confondre avec le ferment de la *graisse*, qui se présente aussi dans les vins sous l'aspect de microcoques, lorsque ses éléments sont dissociés.

(¹) Présentée dans la séance du 1er juillet 1907.

(²) *Annales de l'Institut Pasteur*, avril 1904, et *Revue de Viticulture*, 1904.

Le *C. anomalus* ne donne pas de produits de fermentation en quantités sensibles; il est nuisible surtout par le trouble persistant qu'il donne et les dépôts qui en résultent.

Maladie du bleu. — Les négociants qui champagnisent les vins sont parfois gênés par un dépôt qui se forme à la fin de la prise de mousse; ce dépôt se présente comme la conséquence d'un précipité opalescent qui reste longtemps en suspension; l'altération ainsi produite constitue la *maladie du bleu.* Parfois le bleu n'apparaît qu'après le dégorgeage; les vins sont alors considérés comme tarés et invendables, bien qu'ils ne présentent aucune altération sensible de goût.

Nous avons examiné un grand nombre de vins de Champagne atteints de bleu; nous avons toujours constaté que le mal est dû au développement du *C. anomalus* que nous avons presque toujours isolé facilement, pur de tout mélange avec d'autres ferments de maladie.

Le bleu est donc dû à un microbe et non à un précipité chimique.

Il a été confondu avec la graisse, qui rend aussi le vin opalescent; mais nous n'avons pas observé un seul cas de bleu causé par le ferment de la graisse.

La maladie du bleu se développe dans les vins relativement jeunes; les meilleurs vins ne sont pas à l'abri de ses atteintes, et les dégâts qu'elle produit sont assez importants; sa nature microbienne impose donc des soins spéciaux dans la vinification, surtout en ce qui concerne la désinfection de la vaisselle vinaire.

Voici, à titre d'exemple, la composition de trois vins de Champagne atteints de bleu:

Tableau I.

Age des vins	14 ans	9 ans	6 ans
Alcool en degrés	14°,2	13°,2	13°,6
Acidité totale en grammes par litre	3g,77	4g,55	3g,87
Acidité volatile en grammes par litre	0g,600	0g,640	0g,434
Tanin en grammes par litre	0g,017	0g,022	0g,030
Azote en grammes par litre	0g,443	0g,427	0g,333
Sucre réducteur en grammes par litre	4g,62	13g,86	4g,78

Le *C. anomalus* a été isolé également des vins blancs de la Loire; nous l'avons rencontré dans les vins blancs de la Saône, du Rhin, dans les vins de Jaffa vieillis à Odessa, Varsovie et Berlin. Un viticulteur hongrois, M. Austerweil, l'a isolé sous notre direction des vins de son pays.

Il est très fréquent dans les vins rouges, surtout dans les vins amers de Bourgogne et de Bordeaux.

Le filtrage des vins peut les débarrasser de la tourne et de l'amer dont les filaments forment des dépôts floconneux, mais le *C. anomalus* passe à travers les tissus filtrants quelquefois seul, quelquefois accompagné du *ferment de la graisse;* c'est ainsi que nous avons observé des vins de Corton filtrés dans lesquels il s'était formé un dépôt abondant de *C. anomalus* pur.

Cela signifie que le tanin, pas plus qu'une richesse alcoolique élevée, n'arrête son évolution ainsi que le montrent les chiffres du Tableau II qui donne la composition d'un échantillon des vins en question :

Tableau II.

Alcool	14°
Acidité totale en SO^4H^2 par litre	4g,31
Acidité volatile en $C^2H^4O^2$ par litre	0g,98
Tanin en grammes par litre	1g,61
Azote en grammes par litre	0g,54
Sucre réducteur en grammes par litre	2g,41
Crème de tartre	1g,55
Acide tartrique	0g,34

Ces vins avaient conservé leur couleur et leur saveur, ce qui prouve que le *C. anomalus* ne joue dans la production de l'amertume qu'un rôle tout à fait effacé.

Nous devons ajouter enfin que nous l'avons isolé d'un échantillon de cidre.

Ce ferment est donc très répandu dans les boissons fermentées, et surtout dans les caves de nos grands vignerons. L'impossibilité matérielle où l'on se trouve de l'éliminer du vin par des décantations ou des filtrations impose aux vignerons des précautions spéciales dans la conduite de la vinification; elles intéressent surtout les industriels de Champagne et les propriétaires des grands crus de Bourgogne qui doivent obtenir avant tout le brillant qui caractérise leurs vins.

GÉOLOGIE. — *Extension du Trias dans le sud de la Tunisie.* Note de M. **A. Joly**.

Au cours d'un récent voyage dans le sud de la Tunisie, j'ai été frappé du remarquable développement du Trias, dans la région comprise entre Gabès, ou mieux Mednine, et la frontière tripolitaine. Les dépôts qui me paraissent attribuables à ce système s'étendent sur une centaine de kilomètres du Nord

au Sud, avec une largeur moyenne de 10^{km} à 12^{km} et une largeur maxima de près de 40^{km} en certains points.

Les assises triasiques constituent la chaîne de collines dirigée en moyenne Sud-Nord, que l'on rencontre à l'est et au sud-est de Tattaouine et qui va mourir au Nord sous le jurassique à hauteur de l'*Oued Elkheil;* elles couvrent ensuite tout l'espace compris entre ces collines, d'une part, et, de l'autre, le *Djebel Rehach* et la ligne d'ondulations qui continue cet accident montagneux jusqu'à *Sidi Toui*, par *Rhechem Elogueb*. Elles forment enfin tout le Djebel Rehach et les ondulations précitées qui s'y rattachent.

Les assises du Trias forment une série régulière et les strates demeurent dans une position très voisine de l'horizontale, dessinant seulement un grand anticlinal très surbaissé, à axe généralement Nord-Sud u Nord-Nord-Est-Sud-Sud-Ouest; le noyau de l'anticlinal est formé par le Djebel Rehach, à hauteur duquel l'axe devient un peu sinueux.

A hauteur de Tattaouine, une coupe menée vers le Djebel Rehach présenterait la série suivante :

A. Au-dessous du Jurassique du *Djebel Labiod* [1] (*plateau des Matmata, Tlalet,* etc.), on trouve un ensemble calcaire ou dolomitique dont la puissance peut être évaluée à 100^m ou 150^m.

B. Plus bas, un ensemble de gypses compacts, fibreux ou saccharoïdes, intercalés à certains niveaux de calcaires marneux, compacts ou dolomitiques, de dolomies de couleur grise ou brune; de dolomies gréseuses ou de sables dolomitiques jaunâtres; plus bas encore viennent des intercalations de marnes ou d'argiles rouges ou vertes, gypseuses. La puissance de cet ensemble peut être estimée entre 100^m et 150^m.

C. Plus bas encore, un ensemble calcaire d'une centaine de mètres de puissance, présentant de haut en bas : 1° des dolomies grises, jaunâtres ou brunes, des calcaires dolomitiques gris ou noirs, très fossilifères; 2° des bancs gypseux intercalés de marnes grises ou blanchâtres; 3° des calcaires blancs, roses ou rouges, intercalés de grès des mêmes couleurs et de quelques lits d'argile rouge violacé; 4° des grès rouges entremêlés de calcaires et d'argiles rouges, souvent mouchetées de gris ou de vert, avec de minces lits d'argiles de couleur verte très franche, parfois feuilletées ou gréseuses.

D. Tout en bas, enfin, un ensemble de grès, dont nulle part on ne voit le substratum, mais dont la partie visible paraît présenter une centaine de mètres de puissance. Couleur rouge brun dans l'ensemble, avec des bigarrures diverses. Souvent ces grès, très ferrugineux, se couvrent d'une patine noire et leur surface se hérisse de protubérances

---

(1) Aubert, *Géologie de la Tunisie, explication de la Carte géologique.* — R. Douvillé et H. Jourdy, *Le Jurassique du Sud tunisien* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, novembre 1905). — L. Pervinquière, *Le Jurassique du Sud de la Tunisie* (*Ibid.*). — Id., *Géologie de la Tunisie centrale.*

très caractéristiques. Fréquemment micacés vers la base, ces grès sont de dureté très variable, mais toujours très siliceux. Ils s'intercalent de plaquettes argilo-gréseuses, de lits d'argiles franches ou schisto-gréseuses de couleur lie-de-vin, fréquemment rayée de vert.

L'ensemble C renferme à la base de la partie calcaire de très nombreux fossiles, généralement à l'état de moules internes, mais présentant aussi quelquefois des traces d'ornementation, appartenant aux genres *Corbula* (cf. *C. gregarea?*), *Avicula*, *Cardium* (cf. *cloacinum?*), *Gervilia* (cf. *socialis*), *Protocardium*, *Nucula*, *Myophoria*, *Anoplophora* (cf. *celtica* Quenst?), *Pleurodomya*, etc. Les Myophories y sont représentées par des espèces très nombreuses et notamment par *M. orbicularis* (et aussi *M.* cf. *Goldfussi*). Quelques moules de fossiles rappelant *Gervilia socialis* se rencontrent aussi dans les grès.

La formation C me paraît donc représenter le *Muschelkalk;* la formation B le *Keuper;* et l'ensemble D pourrait être l'équivalent du *Grès bigarré*. Quant aux calcaires de l'étage immédiatement inférieur au Jurassique, ils représentent peut-être le *Lias* ou l'*Infralias*.

Au *Djebel Tajera*, au nord de *Mednine*, le Jurassique repose sur les grès de l'ensemble D, que l'on voit apparaître aussi dans le fond de ravins près de Mednine et de *Metameur*. A l'*Oued Elkheil*, les calcaires A s'intercalent entre le Jurassique et l'ensemble D. Plus au sud on trouve, du Jurassique aux grès D, la série supra-indiquée. On peut en conclure à la discordance du Jurassique avec le Trias et à sa transgressivité par rapport à ses assises.

La série décrite ci-dessus présente une remarquable analogie de facies et d'allure stratigraphique avec le Trias de la Catalogne espagnole (environs de Barcelone et de Caldas de Monbuy notamment). Les grès D rappellent aussi ceux qui ont été attribués au Trias dans le nord marocain, entre Ceuta et Tetuan. Mais la stratification de ce Trias marocain est bien plus capricieuse.

Le Trias du Sud tunisien contraste par le calme de son allure stratigraphique avec les terrains attribués au Trias en Algérie ou dans le Nord tunisien, toujours très bouleversés. Mais il y a de frappantes analogies entre certains calcaires ou calcaires dolomitiques gris, noirs ou jaunes du Muschelkalk et ceux qui se montrent aux abords des îlots de gypses considérés comme triasiques, en Algérie; la même analogie existe entre les dolomies. Enfin, au grès de Rehach correspondent certains éléments qui se montrent aussi quelquefois en Algérie dans les îlots en question. J'en ai trouvé des échantillons dans ces conditions auprès de Bogari.

Comme toujours dans l'Afrique du Nord, on trouve, au voisinage du Trias du Sud tunisien, des eaux salées, saumâtres ou séléniteuses, et des lacs ou marais salés temporaires. Des cavernes étendues, dont aucune n'a été complètement explorée, se creusent dans le Keuper. Celle de *Messabih* est particulièrement intéressante; au fond se trouve un ruisseau d'eau sulfureuse.

Il me semble que jusqu'ici aucune série aussi régulière n'avait été signalée dans l'Afrique du Nord. Toutefois, l'âge triasique des grès du Djebel Rehach avait été soupçonné par M. Le Mesle et annoncé par M. Pervinquière. Mais la série n'avait pas été décrite et les documents paléontologiques faisaient défaut.

PALÉONTOLOGIE. — *Les* Empidæ *de l'ambre de la Baltique.* Note de M. **Fernand Meunier**.

L'étude de plus de 1500 spécimens de la famille des *Empidæ*, admirablement conservés, m'autorise à formuler quelques conclusions. Les formes connues de l'Aquitanien, de l'Oligocène moyen de Brunnstadt, du Ligurien d'Aix et des lignites de Bayreuth ne permettent pas de dresser la liste des genres d'*Empidæ* ayant habité l'Europe et l'Amérique du Nord, à l'aurore des temps tertiaires.

C'est à H. Lœw (¹) que revient l'honneur d'avoir donné, en 1850, le bilan de nos connaissances sur les *Empidæ* de l'ambre de la Baltique. Il a remarqué la présence des genres *Hybos, Brachystoma, Leptopeza, Rhamphomyia, Empis, Gloma, Hemerodromia, Tachypeza, Tachydromia* et *Drapetis*. Un examen minutieux des types inclus m'a permis de reconnaître, en outre, les genres *Platypalpus, Elaphropeza, Phoneutisca, Palæoparamesia, Trichopeza, Thamnodromia, Œdalea, Palæoleptopeza*, aff. *Meghyperus*, aff. *Euthyneura, Holoclera, Microphorus, Parathalassius, Rhamphomyia, Hilara*. A part le genre *Gloma*, j'ai retrouvé tous les genres signalés par le Dʳ H. Lœw; ses observations diffèrent des miennes pour ce qui concerne le nombre d'espèces de chacun d'eux.

La faune des *Empidæ* du succin ne contient pas de forme néotropicale. Si riches que soient les documents du Musée minier de Kœnigsberg et de la collection du professeur Dʳ R. Klebs, ils ne représentent qu'une faunule absolument partielle. Cependant, il est certain que, lors du dépôt des couches de l'éocène supérieur, ces insectes étaient déjà bien différenciés, la plupart

---

(¹) *Ueber den Bernstein u. die Bernsteinfauna*, p. 41-42.

de leurs genres étant les mêmes que ceux de notre faune. Certaines espèces paraissent être propres à la région néarctique, d'autres sont vraisemblablement des formes spéciales à cette résine; le plus grand nombre des espèces incluses sont très voisines de celles de la faune actuelle.

La morphologie du troisième article des antennes de ces bestioles n'a guère évolué; la même remarque s'applique aussi aux organes buccaux (pipette et palpes) et à la topographie des nervures des ailes.

Parmi les *Empidæ* tertiaires les plus intéressants, il faut citer le genre *Phoneutisca*, de la région néarctique, une forme voisine des *Parathalassius*, une autre offrant plusieurs caractères des *Euthyneura* et le genre *Palæoleptopeza*, se rapprochant des *Œdalea* et des *Leptopeza*.

Les riches matériaux d'*Empidæ* de la reine des résines m'autorisent à émettre les conclusions suivantes :

1. La faune des Diptères de cette famille est essentiellement holarctique, il y a un grand pourcentage d'espèces à facies paléarctique ; on ne rencontre aucun type néotropical.

2. Quelques genres ne paraissent plus être représentés de nos jours; les espèces sont toutes éteintes, mais très voisines de celles de notre faune.

3. Les *Empidæ* de l'ambre de la Baltique ne doivent être considérés que comme une épave de la faune de ces êtres, très riche en espèces, cantonnée en Europe et dans l'Amérique du Nord pendant les temps éocènes.

4. Les restes d'*Empidæ* trouvés dans divers gisements et les inclusions du succin ne permettent pas d'entrevoir quels sont les ancêtres probables de ces Diptères.

PALÉOBOTANIQUE. — *Principaux caractères de la fronde du* Stauropteris Oldhamia, *Binney*. Note de M. **Paul Bertrand**, présentée par M. R. Zeiller.

Le *Stauropteris Oldhamia*, découvert dans les coal-balls de l'Upper foot coal-seam, près d'Oldham (Angleterre), a été décrit pour la première fois par Binney en 1872. Il a été retrouvé par J. Felix dans les coal-balls de Langendreer (Westphalie) en 1886.

1. La fronde du *Stauropteris Oldhamia* se compose de rachis allongés et ramifié un grand nombre de fois. Le mode de ramification demeure indéfiniment le même, quel que soit le numéro d'ordre du rachis considéré : chaque rachis d'ordre *n* porte

quatre files de rachis d'ordre $n+1$, émis par paires alternativement à droite et à gauche; les deux rachis d'une même paire sont coalescents à leur base et accompagnés de deux *aphlebias,* c'est-à-dire de deux ramifications d'ordre $n+2$, fixées dans leur angle d'insertion, et qui sont elles-mêmes plusieurs fois divisées. Les rachis latéraux se ramifient parallèlement au rachis support; la fronde est construite sur le type catadrome. Les fines ramifications ne portent jamais de limbe foliaire; elles se terminent par une extrémité libre ou par un sporange sphérique [1].

2. La masse libéro-ligneuse unique est un quadruple, c'est-à-dire un système de quatre massifs ligneux équivalents entre eux, unis en une seule masse ou séparés par du tissu libérien; chaque massif est commandé par un pôle fondamental nettement intérieur, quoique situé au voisinage de la périphérie. Le liber entoure le bois; il forme deux maxima médians et deux massifs latéraux, alternant avec les quatre massifs ligneux. Il existe deux surfaces de symétrie : une surface principale passant par les deux maxima médians, et une surface accessoire perpendiculaire à la première; l'organe a ainsi l'apparence d'un axe.

3. Chaque massif ligneux représente un divergeant fermé analogue à ceux des Fougères actuelles; il a une forme très particulière. En arrière du pôle fondamental existe un renflement ligneux, surtout bien marqué lors de la formation du premier pôle de la sortie; nous l'avons appelé *renflement récepteur rudimentaire,* parce qu'il ne joue qu'un rôle effacé dans l'élaboration des pièces sortantes. *Les quatre divergeants fermés sont unis en une chaîne à courbure inverse.*

4. La sortie s'effectue sous la direction des deux pôles fondamentaux du même côté; c'est sur eux ou dans leur voisinage qu'apparaissent, dans un ordre bien déterminé, les pôles sortants. Chaque sortie prend naissance sur l'une des faces latérales du quadruple; elle comprend deux demi-pièces sortantes, d'abord unies par une bande d'éléments ligneux, puis séparées. *Ces demi-pièces sortantes sont des quadruples analogues à la pièce mère; elles s'édifient et s'orientent parallèlement à elle.* Elles se rendent dans deux rachis latéraux d'ordre $n+1$ et donnent toujours naissance avant leur libération à deux masses libéro-ligneuses indéterminées, qui sont *des sorties hâtives d'ordre* $n+2$, destinées aux aphlebias.

5. Suivant le degré de réduction du quadruple de *Stauropteris Oldhamia,* nous aurons des rachis à bois divisé en quatre massifs, à bois plein quadrangulaire, à bois triangulaire hexapolaire, à bois triangulaire tripolaire. Mais *le mode de formation de la sortie demeure absolument constant et se retrouve sur tous les rachis quels qu'ils soient,* à l'exception des dernières ramifications, qui n'ont plus, comme beaucoup de réduites, qu'un cordon libéro-ligneux d'apparence indéterminée.

6. Le bois se compose de protoxylème : éléments trachéens spiralés peu nombreux constituant les pôles, et de métaxylème : vaisseaux scalariformes. Le liber des maxima médians présente presque régulièrement trois gros tubes criblés, entourés de tubes plus petits : leurs ornements sont les plages criblées habituelles aux Fougères. La masse libéro-ligneuse est enveloppée par une gaine casparyenne, qui se continue par un tissu fondamental sclérifié à éléments de plus en plus petits à mesure qu'on s'éloigne du

(1) Dr D.-H. Scott, *The Sporangia of the Stauropteris Oldhamia* (juin 1905).

centre. Extérieurement on trouve un tissu aérifère et un épiderme lisse pourvu de rares stomates. Ces deux couches sont ordinairement plissées. Ces détails anatomiques confirment les observations du Dr D.-H. Scott.

7. A Burntisland (Écosse) il existe une autre espèce de *Stauropteris*, le *S. Burntislandica* sp. nov., peu différente de *S. Oldhamia*. Elle se distingue : 1° par l'absence de rachis à bois divisé en quatre massifs; 2° par la forme un peu différente du quadruple ligneux et par la lenteur de la ramification; 3° par l'absence de tissu aérifère sous-épidermique.

8. Malgré ses caractères très à part, le genre *Stauropteris* possède des affinités très nettes avec le genre *Ankyropteris;* ces affinités nous ont été révélées par l'anatomie comparée de la fronde dans ces deux groupes. Le genre *Stauropteris* fait donc partie de la famille des Zygoptéridées.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la distribution de la température dans l'atmosphère sous le cercle polaire Nord et à Trappes*. Note de **Léon Teisserenc de Bort**, présentée par M. E. Mascart.

La répartition de la température à diverses altitudes a une importance considérable pour l'étude de la distribution des pressions à différents niveaux dont j'ai montré tout l'intérêt, pour la théorie de la circulation générale, dans plusieurs Mémoires publiés en 1886 et 1889 dans les *Annales du Bureau central météorologique*.

Nous connaissons bien maintenant cet élément dans l'Europe moyenne grâce aux nombreux sondages atmosphériques faits depuis 10 ans. Ceux qui ont été exécutés dans la région intertropicale au cours des croisières de l'*Otaria* nous ont déjà fourni des renseignements très précieux que je me réserve d'analyser ultérieurement, mais il était nécessaire de les compléter par des déterminations faites aux latitudes élevées.

La Laponie suédoise m'a paru le mieux convenir pour cela; grâce à l'appui de M. le professeur Hildebrandsson d'Upsala, M. Maurice, un de mes assistants de Trappes, secondé par le maître de timonerie suédois, M. Nilsson, qui avait été mon collaborateur pendant une année en Danemark, a pu lancer 24 ballons-sondes de Kiruna, petite ville minière située au delà du cercle polaire.

Pendant ce temps, nous avons fait à Trappes des ascensions à des dates correspondantes. Huit des ballons de Kiruna ont été retrouvés; les altitudes atteintes sont comprises entre 14000^{m} et 20000^{m}.

Par rapport aux valeurs absolues, la température à Kiruna est plus froide auprès du sol, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, qu'à Trappes, bien que l'hiver n'ait pas été rigoureux cette année dans la Scandinavie. Mais les différences s'atténuent dans les grandes hauteurs, ce qui est d'ailleurs conforme à ce que nous avons trouvé en comparant les résultats des ballons-sondes lancés au printemps de 1901 à Moscou (par un de mes anciens collaborateurs, M. le Dr A. de Quervain) avec une série correspondante faite à Trappes.

Nous donnons à titre d'exemple les observations de quelques ballons.

Moscou, Trappes.

	Températures au départ.	
9 mars 1901, M........	−19°,0	−50°,2 à 8000m
» T.........	5,4	−48,0 »
15 mars 1901, M........	−7,3	−53,4 à 9300m
» T.........	4,0	−50,4 »

Kiruna, Trappes.

	Températures au départ.	minima.	au point culminant.
14 mars 1907, K.....	−12°,1	−69°,8 à 10760m	−66°,6 à 14080m
» T.....	2,0	−63,8 à 11150	−58,6 à 14570
26 mars 1907, K.....	−4,6	−56,7 à 11600	−53,2 à 15600
» T.....	2,6	−61,9 à 11980	−55,1 à 15600
29 mars 1907, K.....	−1,0	−66,3 à 11974	−51,6 à 17000
» T.....	4,0	−60,6 à 11450	−50,0 à 14000

Il y a lieu d'appeler particulièrement l'attention sur ce fait que dans le Nord l'air des très hautes régions, même à la fin de l'hiver où l'insolation est si courte pendant plusieurs mois, possède une température peu différente de celle observée à nos latitudes dans les couches similaires.

Par rapport au caractère de la décroissance de la température dans la verticale, la discussion des observations de Laponie conduit à des conclusions très nettes que je résume ici :

1° La zone à partir de laquelle la température cesse de descendre, dite *zone isotherme*, dont l'existence a été démontrée dès octobre 1901 par l'ensemble des observations de Trappes, se retrouve sous le cercle polaire.

2° Le phénomène très curieux signalé par M. Assmann, à savoir que dans cette zone, après l'arrêt de décroissance de température, il y a une légère hausse du thermomètre, se retrouve aussi sur les courbes de Kiruna.

3° A nos latitudes, la hauteur à laquelle commence la zone isotherme varie de plusieurs milliers de mètres, suivant la situation météorologique, comme je l'ai montré (1). Ce même phénomène est très net à Kiruna ; par exemple, on a rencontré la zone isotherme à 8000^m, le 7 mars, par basse pression, et à 11000^m, le 26, dans une aire de haute pression.

M. Rotch ayant retrouvé, dans ces dernières années, les mêmes caractères en Amérique aux latitudes voisines de 59° Nord, tout porte à admettre que c'est là un phénomène général sur le globe, en dehors des tropiques.

4° La zone isotherme nous fournit indirectement des renseignements précis sur la limite des phénomènes tourbillonnaires de l'atmosphère; l'isothermie verticale, troublée seulement par de petites variations thermiques de sens différents, n'est pas compatible, comme je l'ai indiqué (2), avec des mouvements à composante verticale et variations de pression de l'air, qui détermineraient un changement de température voisin de l'adiabatisme.

Nous devons donc en conclure qu'en Laponie, comme sur l'Europe moyenne, les tourbillons ou cyclones, comme aussi les tourbillons anticycloniques, toujours accompagnés de mouvements verticaux, ne s'élèvent pas au-dessus de 8000^m à 12000^m, et que plus haut l'air s'écoule sensiblement le long des surfaces isobares. L'atmosphère, à ces grandes hauteurs, paraît formée d'une sorte de *feuilleté* de couches superposées qui se révèlent par les petites différences de température de sens varié, visibles sur les courbes, et par les variations dans la vitesse et la direction des mouvements de l'air que les visées des ballons, faites du sol, permettent de reconnaître.

La plupart des ballons lancés de Kiruna sont tombés dans l'Est, leur mouvement, correspondant à l'entraînement général de l'air, formant une sorte de tourbillon autour des pôles qui a été prévu, il y a 50 ans, par la théorie de Ferrel, indiqué il y a 20 ans comme conséquence du calcul des isobares supérieures (3) et définitivement prouvé par les belles recherches de M. Hildebrandsson sur le mouvement des nuages.

Nous avons pris les dispositions nécessaires pour reprendre les comparai-

(1) *Comptes rendus*, 28 avril 1902.

(2) *Conférence météorologique de Saint-Pétersbourg*, 1904.

(3) L. Teisserenc de Bort, *Études sur la circulation générale de l'atmosphère* (*Ann. Bur. cent. mét.*, 1887 et 1889).

sons entre la Laponie et Trappes l'hiver prochain, de façon à déterminer la pente des isobares à différents niveaux entre ces deux stations à l'époque où la différence de température, suivant le méridien, est le plus grande.

La séance est levée à 4 heures.

A. L.

ERRATA.

(Tome CXLIV, Séance du 24 juin 1907.)

Note de M. *Louis Henry*, Sur l'hydratation sulfurique des oxydes éthyléniques :

Page 1405, ligne 3 en remontant, *au lieu de* intégrabilité, *lisez* intégralité.
Page 1406, ligne 5, *au lieu de* jusqu'à 8°, *lisez* jusqu'à 80°.
Même page, ligne 12, *au lieu de*

$$CH^3-\underbrace{CH-(CH^2)-CH}_{O}-CH^3,$$

lisez

$$CH^3-\underbrace{CH-(CH^2)^2-CH}_{O}-CH^3.$$

(Tome CXLV, Séance du 1er juillet 1907.)

Note de M. *G. Humbert*, Quelques formules relatives aux nombres de classes des formes quadratiques :

Page 6, ligne 6, *au lieu de* $+(-1)^m 2mq^{-m^2}$, *lisez* $+(-1)^m 2mq^{-2m^2}$.
Même page, ligne 16, *au lieu de* $a(2x^2+2xy+y^2)$, *lisez* $a(2x^2+2xy+2y^2)$.
Page 7, lignes 8 et 9, *permutez* $h \gtreqless 0$ *et* $\mu \gtreqless 0$.
Même page, dernière ligne, *au lieu de* $h \gtreqless 0$, *lisez* $k \gtreqless 0$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 16 JUILLET 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXLIII (deuxième semestre 1906) des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

M. **Haller** annonce à l'Académie la perte que vient de faire la Science en la personne de sir *W.-H. Perkin*, Membre de la Société royale de Londres, et auteur de la mauvéine, première matière colorante dérivée du goudron de houille.

Indépendamment de cette découverte, qui a eu une répercussion considérable sur l'industrie des colorants artificiels et de la teinture, sir W.-H. Perkin a fait une série de recherches de Chimie pure, notamment sur la condensation des aldéhydes aromatiques avec les cétones, les aldéhydes grasses et les cétones, réaction qui porte son nom.

Dans ces dernières années, il s'est spécialement consacré à des études du pouvoir rotatoire magnétique des composés et a enrichi cette science de données nouvelles auxquelles son nom restera attaché au même titre qu'à celui des colorants artificiels.

Enfin, l'année dernière, les chimistes du monde entier ont rendu hommage à M. Perkin en se joignant à ses compatriotes pour célébrer en sa personne le cinquantième anniversaire de la découverte de la première matière colorante dérivée du goudron de houille.

La Société chimique de France lui a décerné à cette occasion sa médaille d'or à l'effigie de Lavoisier.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la stabilité structurale de l'oxyde d'éthylène.* Note de M. **Louis Henry**.

Selon M. Grignard ([1]), la réaction des composés organo-magnésiens sur l'oxyde d'éthylène, $H^2C - CH^2$ (avec O lié aux deux carbones), aboutit à la formation synthétique d'*alcools primaires*. Me rappelant que l'iodhydrine éthylénique

$$(HO)CH^2 - CH^2I$$

fournit, sous l'action des composés organo-zinciques, des *alcools secondaires* (Butlerow et Ossokin) ([2]) et ayant constaté que l'oxyde d'isobutylène $(H^3C)^2 = C - CH^2$ (avec O lié aux deux carbones) fournit, avec le méthyl-bromure de magnésium

$$H^3C.Mg.Br,$$

de l'alcool *iso-amylique secondaire* $(H^3C)^2 = CH.CH(OH) - CH^3$, j'ai pu concevoir des doutes sur l'exactitude de la spécification des produits alcooliques obtenus par M. Grignard. Je ne trouvais pas d'ailleurs dans les Mémoires, sans doute fort intéressants, qu'il a publiés sur cet objet, des faits suffisants pour les dissiper, du moins totalement ([3]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1260 et *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXIX, 1903, p. 944.

([2]) *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CXLV, 1868, p. 257.

([3]) Pour rester complètement dans la vérité, je tiens à dire que M. Grignard est beaucoup plus explicite et précis, en ce qui concerne le produit de l'action de $C^2H^5.MgBr$, dans son Mémoire du *Bulletin de la Société chimique de Paris* que dans sa Note des *Comptes rendus*.

J'ajoute que l'alcool en C^7, obtenu par la réaction de l'isoamylbromure de magnésium, alcool bouillant à 167°-169°, ne pouvait être que l'alcool primaire indiqué par M. Grignard. L'alcool secondaire qui aurait pu se produire, si mes suppositions s'étaient vérifiées, répondant à la formule $(CH^3)^2 = CH - (CH^2)^2 - CH(OH) - CH^3$, bout à 148°-150°.

Au reste, à ce moment, M. Grignard me paraît avoir eu pour but, moins de constater la *qualité* des alcools obtenus, que la *nature synthétique* de la réaction des composés magnésiens sur l'oxyde d'éthylène.

L'oxyde d'isobutylène s'est comporté avec le méthylbromure de magnésium comme l'aurait fait son isomère l'aldéhyde isobutyrique

$$(H^3C)^2 = CH - CH = O.$$

Or l'oxyde d'isobutylène $(H^3C)^2 = C - CH^2$ (pont O) n'est que l'oxyde d'éthylène $H^2C - CH^2$ (pont O) biméthylé et l'on sait de plus que le glycol éthylénique $(HO)CH^2 - CH^2(OH)$ fournit, sans grande difficulté, de l'aldéhyde acétique $H^3C - CH = O$ dans les mêmes conditions où le glycol isobutylénique $(H^3C)^2 = C(OH) - CH^2(OH)$ fournit si aisément de l'aldéhyde isobutyrique $(H^3C)^2 = CH - CHO$. Cela étant, on était autorisé à penser que l'oxyde d'éthylène, en présence des composés organomagnésiens, formerait en fin de compte des alcools du genre de ceux que fournit l'aldéhyde $H^3C - CH = O$, c'est-à-dire des *alcools secondaires*.

Les prévisions analogiques sont, je viens une fois encore de le constater après M. Grignard, démenties par l'expérience.

Pour rester strictement dans le cadre des réactions réalisées par M. Grignard, on a fait réagir l'oxyde d'éthylène sur l'éthylbromure de magnésium, en solution éthérée; 10^g d'oxyde ont été consacrés à cet objet. La vapeur de l'oxyde a été amenée lentement et directement dans la solution éthérée. C'est la seule modification qui a été apportée au procédé opératoire suivi par M. Grignard. La réaction se fait ainsi tout d'abord assez vivement et le foisonnement qui caractérise la seconde phase de l'opération est moins considérable. On a ainsi obtenu, et avec un rendement des plus satisfaisants, non pas *l'alcool butylique secondaire* $H^3C - CH(OH) - CH^2 - CH^3$ (éb. 99°), dont il n'a pas été possible de constater la présence, mais *l'alcool butylique normal* et primaire $H^3C - CH^2 - CH^2 - CH^2(OH)$ (éb. 116°-117°).

La formation de ce composé prouve donc que contrairement à son dérivé biméthylé, l'oxyde d'isobutylène, l'oxyde d'éthylène $H^2C - CH^2$ (pont O) a réagi comme tel, sans subir aucune modification, au contact du composé

magnésien, pour l'amener à se c mporter comme son isomère l'*éthanal* $H^3C - CH = O$.

Cette différence dans la manière de se conduire, vis-à-vis d'un même réactif, de deux composés si voisins l'un de l'autre est un fait sans doute bien remarquable. Il méritait d'être mis à l'abri de tout doute et de toute contestation, fondée en apparence. C'est, à mon sens, un remarquable exemple de la stabilité que communique aux noyaux polycarbonés et aux molécules carbonées en général l'abondance de l'hydrogène : on peut dire, en pleine vérité, comme j'ai l'habitude de le faire, que l'hydrogène en est *le ciment*.

A l'oxyde d'éthylène $\underbrace{H^2C - CH^2}_{O}$ se rattachent *cinq* dérivés de méthylation qui représentent tous les types des oxydes des hydrocarbures éthyléniques. Ces dérivés sont :

$$CH^3 - \underbrace{CH - CH^2}_{O} \qquad \text{Éb. } 35^\circ,$$

$$H^3C - \underbrace{CH - CH}_{O} - CH^3 \qquad \text{Éb. } 56^\circ,$$

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!> \underbrace{C - CH^2}_{O} \qquad \text{Éb. } 52^\circ,$$

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!> \underbrace{C - CH}_{O} - CH^3 \qquad \text{Éb. } 75^\circ,$$

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!> \underbrace{C - C}_{O} <\!\!\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \qquad \text{Éb. } 95^\circ.$$

Pour résoudre, dans tous les cas où elle se présente, la question des rapports des composés magnésiens avec les oxydes des hydrocarbures éthyléniques, il ne me reste plus qu'à mettre en réaction deux de ces cinq composés, à savoir : l'oxyde de propylène $CH^3 - \underbrace{CH - CH^2}_{O}$ et l'oxyde de butylène symétrique $H^3C - \underbrace{CH - CH}_{O} - CH^3$; c'est ce que je me propose de faire prochainement, grâce à l'assistance de M. Auguste de Wael.

M. **Yves Delage** fait hommage à l'Académie du Tome neuvième (1904) de l'*Année biologique*, publiée sous sa direction.

M. **Giovanni Schiaparelli** fait hommage à l'Académie d'une Note intitulée : *Come si possa giustificare l'uso della media aritmetica nel calcolo dei risultati d'osservazione*.

M. **Guido Baccelli** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *La via delle vene aperta ai medicamenti eroici*.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences d'Amsterdam**, l'**Académie royale des Sciences de Suède** adressent des remercîments à l'Académie pour l'envoi de la médaille commémorative de la première assemblée générale de l'Association internationale des Académies.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Rapport sur une mission scientifique dans les jardins et établissements zoologiques publics et privés du Royaume-Uni, de la Belgique et des Pays-Bas, par M. Gustave Loisel. (Présenté par M. A. Giard.)

ASTRONOMIE. — *Sur la méthode de M. Lœwy pour l'étude des cercles divisés.* Note de MM. **Gonnessiat** et **Fayet**, présentée par M. Lœwy.

Nous venons de faire, à l'observatoire de Paris, une première application des procédés de M. Lœwy à l'étude de l'un des nouveaux cercles de l'instrument méridien du jardin. Nous voudrions montrer que, dans cette mise en œuvre, la nouvelle méthode a tenu toutes ses promesses. Essayons d'abord d'en résumer les traits essentiels.

Soit un arc nx limité par deux traits dont on suppose connues les corrections E_0 et E_n; il s'agit d'obtenir les corrections E_ν des $n-1$ traits qui subdivisent cet arc en n intervalles égaux. On compare ces intervalles à l'ouverture i, très voisine de x, de deux couples de microscopes; les différences correspondantes $d_1, d_2, \ldots, d_n$ déterminent les corrections cherchées :

$$n E_\nu = (\nu - n)(d_1 + d_2 + \ldots + d_\nu) + \nu (d_{\nu+1} + \ldots + d_n) + (n - \nu) E_0 + \nu E_n$$
$$(\nu = 1, 2, \ldots, n-1).$$

En pratique il est avantageux de passer par l'intermédiaire de $i = \frac{1}{n}(\Sigma d + E_n - E_0)$, car $E_1 = E_0 + i - d_1$, $E_2 = E_1 + i - d_2$, etc.; $E_n = E_{n-1} + i - d_n$ contrôle le calcul.

On conçoit que, ayant d'abord rattaché au diamètre 0 — 180 un petit nombre de traits fondamentaux, 90 ou 60 et 120, on puisse par des subdivisions successives (en passant, par exemple, des intervalles de 60° à ceux de 20°, puis de 20° à 5° et ainsi de suite) arriver de proche en proche à déterminer les corrections de tous les traits. C'est la marche autrefois suivie; les inconvénients en sont évidents.

1° Les déterminations d'une même série sont d'inégale précision : le poids, rapporté à l'erreur moyenne d'une mesure d, a pour valeur $p_\nu = \frac{n}{\nu(n-\nu)}$, il est donc variable avec le rang ν; le premier et le dernier trait sont les plus favorisés.

2° Les erreurs de rattachement vont en s'accumulant, prennent forcément une allure systématique et ne s'atténuent en rien par la répétition des mesures, puisque chaque détermination ne s'appuie jamais que sur *deux* corrections de la série antérieure, lesquelles ne sont même pas indépendantes l'une de l'autre.

3° Si l'on prend, dans l'ensemble d'une série, le rapport de la somme des poids au nombre des opérations, on a ce que l'on peut appeler le *rendement* de la méthode : or ce rapport, qui est égal à 1 pour $n = 2$ (trait 90), se réduit à 0,76 pour $n = 6$, et à 0,57 pour $n = 10$. Et cette perte de temps s'exagère par le fait que les corrections des premières séries, dont dépendent toutes les autres, doivent avoir un poids tout à fait disproportionné avec celui des résultats finaux.

Voyons maintenant comment M. Lœwy résout ces difficultés.

D'abord les repères fondamentaux : ils ont été choisis au nombre de 21, ce sont les multiples de 45, 30, 20 et 18. 1° On les rattache tous directement au diamètre origine; mais, pour égaliser les poids, au lieu de laisser dans chaque série les couples de microscopes à la même ouverture x, on les place successivement à x, $2x$, $3x$, ...; de cette façon chaque trait passe par tous les rangs, et une même correction se trouve déterminée plusieurs fois par recoupement, par exemple 60 est au premier rang pour $x = 60°$, au deuxième pour $x = 30°$, au troisième pour $x = 20°$. 2° Par une répétition convenable des opérations, α fois d_1 et d_n, β fois d_2 et d_{n-1}, une fois les autres, on arrive à déterminer E_1 et E_{n-1} avec une erreur probable au plus égale à celle qui les affecterait si elles reposaient chacune sur des mesures distinctes; pour réaliser cette condition d'indépendance, nécessaire pour les rattachements ultérieurs,

il suffit que $\alpha \geqq \frac{2(n-1)\beta}{2+(n-4)\beta}$. 3° Entre les valeurs possibles de α et β, on choisit celles qui donnent le meilleur rendement, généralement voisin de l'unité, sans que pourtant la durée des observations puisse faire craindre un déplacement des microscopes.

Les traits du second ordre, au nombre de 70, sont les multiples de 9, 6, 5 et 4. On en détermine les corrections par les trois procédés suivants : (*a*) intercalation d'un ou plusieurs traits entre le zéro et un repère fondamental, avec répétition judicieuse des mesures, opération *d*; (*b*) intercalation d'un trait unique entre deux repères fondamentaux, opération D; (*c*) rattachement à un trait fondamental, opération Δ, en profitant de l'ouverture *i* déterminée à l'occasion d'une opération *d*. On obtient ainsi, pour chaque correction, de 6 à 7 valeurs entièrement indépendantes, reposant sur des repères échelonnés sur toute la circonférence; l'erreur finale de rattachement est inférieure au $\frac{1}{4}$ de l'erreur à craindre sur l'un de ces repères, et le rendement toujours voisin de 1.

Le travail continue de la même manière pour rattacher : 1° les traits des degrés entiers à ceux du premier et du second ordre par des opérations des trois catégories; 2° les 30′ aux degrés entiers par des opérations D appuyées autant que possible sur les traits fondamentaux ou secondaires; 3° les 10′, 20′, 30′ et 40′, par des opérations *d* et Δ rapportées aux degrés entiers et aux 30′; 4° enfin, les 5′, 15′, ... par des opérations D dont l'un des appuis est un repère fondamental.

Une fois dressé le Tableau des opérations, rien n'est plus facile que de l'exécuter sans confusion possible.

L'installation des microscopes comporte un couple fixe et un couple mobile glissant à volonté le long de la jante du cercle-support; des vis de pression en permettent la mise en place en moins de deux minutes. En opposant les têtes de vis dans les deux couples, on peut les rapprocher jusqu'à 4°; au-dessous, c'est-à-dire de 0° à 4° et de 176° à 180°, l'étude exige des règles spéciales, faciles à imaginer, sur lesquelles nous ne pouvons insister ici.

L'éclairage, fourni par une petite lampe à incandescence solidaire de chaque microscope, est interrompu en dehors des lectures, afin d'éviter l'effet nuisible de l'échauffement. Dans le plan focal, un diaphragme de forme appropriée, repéré sur l'extrémité des traits, n'en laisse voir qu'une faible partie au centre; c'est donc à un segment bien délimité que s'appliquent les corrections obtenues. Le même dispositif sera, naturellement, conservé pour les observations. Inutile d'ajouter que la mise au foyer a été l'objet d'un soin tout particulier.

Voyons la précision des résultats. Les expériences préliminaires, avec l'installation fixe, ont manifesté une erreur probable $\varepsilon_0 = \pm 0'',08$ par unité

de poids, rapportée cette fois à la moyenne de deux opérations [E_{90}]. C'est de ce chiffre qu'est parti M. Lœwy pour établir *a priori* le nombre des opérations à effectuer en vue d'une précision voulue. En fait, les petits écarts systématiques, dus principalement aux inévitables variations de réglage et d'éclairement, ont fait apparaître dans les déterminations fondamentales une erreur un peu supérieure, $\varepsilon_0 = \pm 0'',09$. Mais, comme on a porté à 12 au minimum le poids de chacune de ces déterminations, on voit qu'elles se présentent bien avec une erreur probable inférieure à $0'',03$.

En ce qui concerne les traits des degrés entiers (2e et 3e ordre), le poids des corrections n'est pas inférieur à 6,5, et l'erreur probable de l'unité de poids déduite des écarts à la moyenne se maintient à $\pm 0'',09$: l'influence des erreurs de rattachement est donc insensible. La position des traits des 30′ est connue avec le poids 5, et là encore on retrouve $\varepsilon_0 = \pm 0'',09$.

Afin de ne pas trop allonger le travail, on se contente du poids 3,6 pour les traits 10′, 20′..., et du poids 3 pour les dernières divisions 5′, 15′,.... Ainsi, dans le cas le moins favorable, l'erreur probable à craindre sur la correction d'une lecture à deux microscopes ressort, en forçant un peu ε_0, à $\pm \frac{0'',10}{\sqrt{3}} = 0'',06$; et, comme le cercle est lu à 6 microscopes, que d'ailleurs une direction donnée sera observée dans deux positions du cercle, on peut compter que l'erreur finale est de l'ordre de $\pm \frac{0'',10}{3\sqrt{2}} = \pm 0'',024$. Une confirmation de ce chiffre nous est fournie par la considération suivante. Les corrections des 20′ et 40′ résultent de trois déterminations de même poids, on peut en tirer trois valeurs indépendantes pour la correction moyenne à appliquer à la lecture à 6 microscopes; les écarts qu'elles présentent deux à deux nous renseignent sur leur précision et donnent comme erreur probable de la moyenne $\pm 0'',032$, soit pour les deux positions du cercle $\pm 0'',023$. L'accord ne saurait être meilleur.

Quant à la durée du travail, elle ne dépasse pas les limites prévues. Bien que nous ayons cru bon d'augmenter d'un tiers environ les mesures concernant les traits-repères, nous avons pu achever l'étude des degrés entiers en 110 heures; celle des six premières subdivisions du degré demande 310 heures, et 220 les six autres, en tout 640 heures. Dans ce total, entre le temps consacré à la revision des opérations; il faut compter que des causes diverses obligent à reprendre un quinzième des mesures environ. Et cette proportion rend palpables les difficultés des méthodes qui voudraient,

comme cela a été proposé, conclure chaque correction d'un ensemble complexe de mesures.

Enfin nos résultats montrent qu'il serait illusoire de borner l'étude de la division aux degrés entiers, et demander le reste à une simple interpolation; on s'exposerait à laisser subsister, même dans la moyenne des lectures à six microscopes, des erreurs de plus de 0",2.

Pour conclure, la preuve est faite que la nouvelle méthode de M. Lœwy est tout à fait pratique, rapide et précise.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces engendrées par une hélice circulaire.* Note de M. **Barré**.

8. Pour terminer cette série d'études j'examinerai quelques questions relatives aux courbures principales de ces surfaces. Posons

$$(1)\quad \Delta_1 = \begin{vmatrix} \frac{\partial A}{\partial t} + qC - rB & \frac{\partial A}{\partial \varphi} & A \\ \frac{\partial B}{\partial t} + rA - pC & \frac{\partial B}{\partial \varphi} & B \\ \frac{\partial C}{\partial t} + pB - rA & \frac{\partial C}{\partial \varphi} & C \end{vmatrix}, \qquad \Delta_2 = \begin{vmatrix} \rho' \cos\varphi + qK\varphi - r\rho\sin\varphi + u & -\rho\sin\varphi & A \\ \rho'\sin\varphi + r\rho\cos\varphi - pK\varphi + v & \rho\cos\varphi & B \\ K'\varphi + p\rho\sin\varphi - q\rho\cos\varphi + w & K & C \end{vmatrix}.$$

On a d'ailleurs

$$\Delta_2 = -H^2,$$

et, en désignant par leurs premières lignes les déterminants δ_1 et δ_2 suivants :

$$(2)\quad \begin{cases} \delta_1 = \begin{vmatrix} \frac{\partial A}{\partial t} + qC - rB & -\rho\sin\varphi & A \end{vmatrix}, \\ \delta_2 = \begin{vmatrix} \rho'\cos\varphi + qK\varphi - r\rho\sin\varphi + u & \frac{\partial A}{\partial \varphi} & A \end{vmatrix}, \end{cases}$$

on obtient les formules dans lesquelles R' et R" désignent les rayons de courbure principaux :

$$(3)\quad \frac{1}{R'R''} = -\frac{\Delta_1}{\Delta_2^2} = -\frac{\Delta_1}{H^4},$$

$$(4)\quad \frac{1}{R'} + \frac{1}{R''} = -\frac{\delta_1 + \delta_2}{H\Delta_2} = \frac{\delta_1 + \delta_2}{H^3},$$

$$(5)\quad R' + R'' = -\frac{H(\delta_1 + \delta_2)}{\Delta_1}.$$

On est conduit ensuite aux théorèmes suivants :

Théorème I. — *Les hélicoïdes sont les seules surfaces engendrées par des hélices circulaires qui forment une famille de courbes sur lesquelles la courbure totale reste constante, la valeur pouvant varier d'une génératrice à l'autre.*

Corollaire. — *Les hélicoïdes à courbure totale constante non nulle sont, parmi les surfaces engendrées par une hélice circulaire, les seules qui soient applicables sur la sphère ou la pseudo-sphère.*

Théorème II. — *Les seules surfaces développables engendrées par une hélice circulaire sont :*

1° *Les hélicoïdes développables;*

2° *Les cônes ou cylindres admettant comme directrice une hélice circulaire.*

Théorème III. — *Les hélicoïdes sont les seules surfaces engendrées par une hélice circulaire dont les génératrices soient des courbes à courbure moyenne constante, la valeur de celle-ci pouvant varier d'une génératrice à une autre ou être constante mais non nulle sur toute la surface.*

Problème. — *Trouver la surface minima engendrée par une hélice circulaire.*

On trouve que les seules surfaces répondant à la question appartiennent à la classe des surfaces à plan directeur et dont la génératrice est à pas linéaire constant.

Elles sont caractérisées par les trois équations différentielles

$$(6)\quad \begin{cases} [K_0 u' + \rho(v'w - w'v) + 2vw](\rho^2 + K_0^2) + K_0\rho u(u^2 + v^2 + w^2 - 1) = 0, \\ [K_0 v' + \rho(u'w - w'u) + 2uw](\rho^2 + K_0^2) + K_0\rho v(u^2 + v^2 + w^2 - 1) = 0, \\ [K_0(uv' - v'u) + \rho w'](\rho^2 + K_0^2) + 2wK_0^2 + w\rho^2(u^2 + v^2 + w^2 + 1) = 0, \end{cases}$$

dans lesquelles les dérivées u', v', w' sont prises par rapport au rayon ρ.

Je me bornerai à signaler *les deux séries de solutions* de cette question *formées par les hélicoïdes minima* et par *une classe de surfaces* Φ constituée par des surfaces dont l'axe de la génératrice décrit un plan. Si l'on choisit ce plan comme plan des $Y = 0$ d'un système fixe OXYZ, la famille considérée aura pour équation

$$(7)\qquad x = f(\rho) + \rho\cos\varphi, \qquad y = \rho\sin\varphi, \qquad z = K_0\varphi,$$

la fonction f désignant une fonction primitive quelconque de la fonction u déterminée par l'équation différentielle d'intégration immédiate

$$(8)\qquad K_0 u'(\rho^2 + K_0^2) + K_0 u(u^2 - 1) = 0.$$

Cette équation admet *trois solutions singulières très remarquables.*

Ce sont les solutions

$$u = 0 \quad \text{et} \quad u = \pm 1.$$

La première donne l'hélicoïde gauche à plan directeur considéré comme engendré par ses asymptotiques; les deux autres la même surface considérée comme engendrée par les hélices circulaires de la deuxième série situées sur des cylindres de révolution dont l'axe de la surface est une génératrice.

9. Classification. — Les études précédentes permettent de poser le principe d'une classification naturelle des surfaces engendrées par une hélice circulaire. Elles mettent en évidence le rôle fondamental joué par la présence d'un plan directeur aussi bien dans les propriétés qui paraissent se lier au premier abord avec cette particularité que dans celles qui ne paraissent pas, *a priori*, avoir un rapport intime avec elle. Ceci nous conduira à séparer les surfaces en deux grandes classes : 1° les surfaces à plan directeur; 2° les surfaces sans plan directeur.

Comme second caractère d'importance considérable nous considérerons la constance ou la variabilité du pas. Ce qui amène à séparer chacune des classes précédentes en deux grandes familles. Dans chacune de celles-ci la présence ou l'absence d'une arête de rebroussement distinguera les genres.

Je me contenterai, afin de ne pas allonger cette Note, de présenter les principes précédents sans développer le Tableau qui en résulte.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur le théorème de M. Jensen.* Note de MM. C. Carathéodory et L. Féjer, transmise par M. Émile Picard.

1. Nous partons du problème suivant :

Quelle est, parmi toutes les fonctions de variable complexe $f(z)$, holomorphes à l'intérieur du cercle $|z| < R$, prenant pour $z = 0$ la valeur donnée A et s'annulant aux points $a_1, a_2, \ldots, a_n$ ($|a_i| < R$; $i = 1, 2, \ldots, n$), celle dont le maximum M de la valeur absolue à l'intérieur du cercle soit le plus petit possible (¹)?

Considérons les points $\bar{a}_1, \bar{a}_2, \ldots, \bar{a}_n$ conjugués de $a_1, a_2, \ldots, a_n$ par rapport au cercle $|z| = R$, qui sont définis par les formules

$$(1) \qquad \bar{a}_i = \frac{R^2 a_i}{|a_i|^2} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

(¹) Les valeurs a_i n'ont pas besoin d'être supposées différentes entre elles.

et formons l'expression

$$(2)\qquad Q(z) = \left(\frac{z-a_1}{z-\bar{a}_1}\right)\left(\frac{z-a_2}{z-\bar{a}_2}\right)\cdots\left(\frac{z-a_n}{z-\bar{a}_n}\right).$$

On peut poser pour chaque fonction $f(z)$ satisfaisant aux conditions du problème

$$(3)\qquad f(z) = Q(z)\,\varphi(z),$$

en remarquant qu'ici $\varphi(z)$ est également holomorphe à l'intérieur du cercle $|z| = R$ et que

$$(4)\qquad \varphi(0) = \frac{A\,\bar{a}_1.\bar{a}_2\ldots\bar{a}_n}{a_1.a_2\ldots a_n} = \frac{AR^{2n}}{|a_1^2|.|a_2^2|\ldots|a_n^2|}.$$

La valeur absolue de $Q(z)$ étant constante sur le cercle $|z| = R$, on peut écrire

$$|Q(Re^{i\theta})| = \frac{|a_1|.|a_2|\ldots|a_n|}{R^n};$$

il s'ensuit que

$$M = \max.|f(Re^{i\theta})| = \frac{|a_1|.|a_2|\ldots|a_n|}{R^n}\max.|\varphi(Re^{i\theta})|$$

et comme, à cause de (4),

$$\max.|\varphi(Re^{i\theta})| \geqq \frac{AR^{2n}}{|a_1^2|.|a_2^2|\ldots|a_n^2|},$$

on aura finalement

$$(5)\qquad M \geqq \frac{AR^n}{|a_1|.|a_2|\ldots|a_n|}.$$

La fonction demandée ne peut donc être que

$$(6)\qquad F(z) = \frac{AR^{2n}}{|a_1^2|.|a_2^2|\ldots|a_n^2|}Q(z).$$

car, dans ce cas seulement, la relation (5) *est une égalité.*

L'inégalité (5) est une conséquence du théorème connu de M. Jensen [1], mais la méthode élémentaire que nous avons employée permet de constater du même coup l'existence d'une fonction rationnelle pour laquelle la limite inférieure de M est effectivement atteinte et de voir que cette fonction est

---

[1] J. JENSEN, *Sur un nouvel et important théorème de la théorie des fonctions* (*Acta mathem.*, t. XXII, 1899, p. 359-364). — PETERSEN, *Functionstheorie*. Copenhague, 1898.

déterminée d'une façon univoque par les données ($R, A, a_1, \ldots, a_n$) du problème. Ce résultat aurait d'ailleurs également pu être obtenu par les considérations sur le potentiel logarithmique dont se sert M. Jensen.

2. On pourrait, eu égard aux applications de l'inégalité (5) à la théorie de M. Hadamard, être tenté de restreindre les conditions de notre problème en exigeant des fonctions $f(z)$ d'être des fonctions entières et non plus seulement des fonctions régulières pour $|z| < R$.

Cette restriction ne permet malheureusement pas de remplacer la valeur minima trouvée pour M par une valeur plus grande.

On peut en effet écrire l'équation (6)

$$F(z) = \frac{AR^{2n}(z-a_1)(z-a_2)\ldots(z-a_n)}{|a_1^2||a_2^2|\ldots|a_n^2|} P(z),$$

$P(z)$ étant une série de puissances dont le cercle de convergence est plus grand que R. On pourra donc, en ne considérant que les p premiers termes de cette série multipliés par le premier facteur et choisissant p suffisamment grand, construire un polynome ayant toutes les propriétés requises et dont le maximum de la valeur absolue sur le cercle $|z| = R$ différera de notre valeur minima trouvée d'aussi peu qu'on le voudra.

La limite inférieure des modules maxima est donc la même qu'auparavant et ne sera (comme on le voit en se reportant au n° 1) jamais atteinte pour une fonction entière.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème fondamental dans la théorie de l'élasticité.* Note de M. **A. Korn**, transmise par M. Émile Picard.

Soit τ le domaine intérieur d'une surface σ de courbure continue, et soient f_1, f_2, f_3, trois fonctions continues (ou continues par intervalles) dans τ et satisfaisant aux conditions

$$\Delta \int_\tau f_j \frac{d\tau}{r} = -4\pi f_j \qquad (j = 1, 2, 3),$$

il s'agit de trouver trois fonctions u, v, w continues avec leurs premières dérivées dans τ et satisfaisant aux équations :

$$(1) \qquad \Delta u = f_1, \qquad \Delta v = f_2, \qquad \Delta w = f_3 \qquad \text{dans } \tau,$$

et

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} u &= \frac{k}{4\pi}\left(\frac{\partial}{\partial y}\int_\tau \mathfrak{w}\frac{d\tau}{r} - \frac{\partial}{\partial z}\int_\tau \mathfrak{v}\frac{d\tau}{r}\right)\\ v &= \frac{k}{4\pi}\left(\frac{\partial}{\partial z}\int_\tau \mathfrak{u}\frac{d\tau}{r} - \frac{\partial}{\partial x}\int_\tau \mathfrak{w}\frac{d\tau}{r}\right)\\ w &= \frac{k}{4\pi}\left(\frac{\partial}{\partial x}\int_\tau \mathfrak{v}\frac{d\tau}{r} - \frac{\partial}{\partial y}\int_\tau \mathfrak{u}\frac{d\tau}{r}\right)\end{aligned}\right\} \text{ à la surface } \sigma,$$

où k représente un paramètre réel (¹).

En écrivant les équations (2) dans la forme suivante

$$(3)\qquad u=\lambda\left(-u+\frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial y}\int_\tau \mathfrak{w}\frac{d\tau}{r}-\frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial z}\int_\tau \mathfrak{v}\frac{d\tau}{r}\right),$$

$$(4)\qquad k=\frac{2\lambda}{1+\lambda},$$

on peut résoudre ce problème à l'aide de la méthode des approximations successives et à l'aide d'un lemme que l'on peut énoncer ainsi :

LEMME. — *Soient u_j, v_j, w_j ($j=0, 1, 2, \ldots, p$) $p+1$ triplets linéairement indépendants de fonctions harmoniques du domaine τ, satisfaisant aux conditions*

$$(5)\quad \left\{\begin{array}{l} \mathfrak{u}_j\cos(\nu x)+\mathfrak{v}_j\cos(\nu y)+\mathfrak{w}_j\cos(\nu z)=0 \\ \text{abs.}|\theta_j|_1^2,\quad \text{abs.}|\mathfrak{u}_j|_1^2,\quad \text{abs.}|\mathfrak{v}_j|_1^2,\quad \text{abs.}|\mathfrak{w}_j|_1^2 \lesseqgtr \varphi_j r_{12}^{\Lambda}\qquad (0<\Lambda<1)\end{array}\right\} \begin{array}{l}\text{à la}\\ \text{surface } \sigma\end{array}$$

pour deux points 1 et 2 quelconques de la surface dont nous désignons la distance par r_{12}; supposons encore que les fonctions u_j, v_j, w_j puissent être représentées par les formules

$$(6)\qquad u_j=-\frac{1}{4\pi}\frac{\partial}{\partial x}\int_\tau \theta_j\frac{d\tau}{r}+\frac{1}{4\pi}\frac{\partial}{\partial y}\int_\tau \mathfrak{w}_j\frac{d\tau}{r}-\frac{1}{4\pi}\frac{\partial}{\partial z}\int_\tau \mathfrak{v}_j\frac{d\tau}{r},\qquad \ldots,$$

et posons

$$(7)\qquad u=\sum_0^p{}_j\,\alpha_j u_j,\qquad v=\sum_0^p{}_j\,\alpha_j v_j,\qquad w=\sum_0^p{}_j\,\alpha_j w_j,$$

$$(8)\qquad \varphi=\sum_0^p{}_j\,\alpha_j\varphi_j;$$

(¹) Nous posons toujours

$$\mathfrak{u}=\frac{\partial w}{\partial y}-\frac{\partial v}{\partial z},\qquad \mathfrak{v}=\frac{\partial u}{\partial z}-\frac{\partial w}{\partial x},\qquad \mathfrak{w}=\frac{\partial v}{\partial x}-\frac{\partial u}{\partial y},\qquad \theta=\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}.$$

alors on pourra toujours calculer les $p+1$ constantes α_0, α_1, ..., α_p, de manière que l'on ait

$$(9) \qquad \alpha_0^2+\alpha_1^2+\ldots+\alpha_p^2=1$$

et que les trois fonctions harmoniques $\bar{u}$, $\bar{v}$, $\bar{w}$, avec les valeurs limites

$$(10) \qquad \bar{u}=-u+\frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial y}\int_\tau \mathfrak{w}\frac{d\tau}{r}-\frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial z}\int_\tau \mathfrak{v}\frac{d\tau}{r}, \qquad \ldots, \qquad \text{à la surface } \sigma,$$

remplissent l'inégalité suivante :

$$(11) \qquad \int_\tau(\bar{\theta}^2+\bar{\mathfrak{u}}^2+\bar{\mathfrak{v}}^2+\bar{\mathfrak{w}}^2)\,d\tau \leqq \varepsilon_p\int_\tau(\theta^2+\mathfrak{u}^2+\mathfrak{v}^2+\mathfrak{w}^2)\,d\tau+\varepsilon'_p\varphi^2,$$

où ε_p et ε'_p sont des nombres positifs que l'on peut faire aussi petits que l'on veut en agrandissant p, et qui ne dépendent nullement du choix des fonctions u_j, v_j, w_j.

De plus, on aura toujours les inégalités suivantes :

$$(12) \qquad \left\{\begin{array}{l} \text{abs.}\,|\bar{\theta}|_1^2, \quad \text{abs.}\,|\bar{\mathfrak{u}}|_1^2, \quad \text{abs.}\,|\bar{\mathfrak{v}}|_1^2, \\ \text{abs.}\,|\bar{\mathfrak{w}}|_1^2 \leqq \left[\dfrac{\text{const. fin.}}{\varepsilon^{\frac{3}{\Lambda}}}\sqrt{\displaystyle\int_\tau(\theta^2+\mathfrak{u}^2+\mathfrak{v}^2+\mathfrak{w}^2)\,d\tau}+\varepsilon\varphi\right], \end{array}\right.$$

où ε est un nombre positif quelconque que l'on peut choisir aussi petit que l'on veut, la constante finie ne dépendant que de la surface σ et de Λ.

En appliquant, à l'aide de ce lemme, la méthode des approximations successives au problème (1) (3), on trouvera les solutions en forme de séries procédant par puissances du paramètre λ, si λ n'appartient pas à une suite de nombres $\lambda_\varkappa$ satisfaisant à la condition

$$(13) \qquad |\lambda_\varkappa|>1$$

et ayant un point essentiel singulier à l'infini.

On démontrera ainsi l'existence de triplets $U_\varkappa$, $V_\varkappa$, $W_\varkappa$, harmoniques dans τ et satisfaisant aux conditions limites

$$U_\varkappa=\lambda_\varkappa\left(-U_\varkappa+\frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial y}\int_\tau \mathfrak{W}_\varkappa\frac{d\tau}{r}-\frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial z}\int_\tau \mathfrak{V}_\varkappa\frac{d\tau}{r}\right), \quad \ldots \quad \text{à la surface } \sigma,$$

ou, en remplaçant de nouveau λ par k,

$$(14)\quad \left\{\begin{aligned} U_\varkappa &= \frac{k_\varkappa}{4\pi}\left(\frac{\partial}{\partial y}\int_\tau \mathfrak{w}_\varkappa \frac{d\tau}{r} - \frac{\partial}{\partial z}\int_\tau \mathfrak{v}_\varkappa \frac{d\tau}{r}\right),\\ V_\varkappa &= \frac{k_\varkappa}{4\pi}\left(\frac{\partial}{\partial z}\int_\tau \mathfrak{u}_\varkappa \frac{d\tau}{r} - \frac{\partial}{\partial x}\int_\tau \mathfrak{w}_\varkappa \frac{r}{d\tau}\right),\\ W_\varkappa &= \frac{k_\varkappa}{4\pi}\left(\frac{\partial}{\partial x}\int_\tau \mathfrak{v}_\varkappa \frac{d\tau}{r} - \frac{\partial}{\partial y}\int_\tau \mathfrak{u}_\varkappa \frac{r}{d\tau}\right), \end{aligned}\right\} \quad \begin{gathered}\text{à la surface } \sigma,\\ (+1 < k_\varkappa < +\infty)\end{gathered}$$

et l'on voit que le point

$$k = +2, \qquad \lambda = \infty$$

sera un point singulier essentiel.

Les développements en séries procédant d'après ces fonctions $U_\varkappa$, $V_\varkappa$, $W_\varkappa$ peuvent servir à de nombreuses applications dans la Physique mathématique ; ils sont, du reste, déjà bien connus dans le cas de la sphère.

Je ne citerai ici que trois applications importantes de ces recherches que je me suis proposé de traiter dans des Mémoires plus étendus :

1° La solution générale du problème biharmonique

$$(15)\quad \left\{\begin{array}{llll} \Delta\Delta\varphi = f, & \text{dans } \tau & (f \text{ étant une fonction donnée dans } \tau), & \\ \dfrac{\partial\varphi}{\partial x} = 0, & \dfrac{\partial\varphi}{\partial y} = 0, & \dfrac{\partial\varphi}{\partial z} = 0, & \text{à la surface } \sigma, \end{array}\right.$$

représentant, pour le cas de deux dimensions, le problème bien connu des plaques élastiques encastrées ;

2° La solution générale du problème des petits mouvements stationnaires d'un liquide doué de frottement

$$(16)\quad \left\{\begin{array}{c} \Delta u = \dfrac{\partial P}{\partial x}, \qquad \Delta v = \dfrac{\partial P}{\partial y}, \qquad \Delta w = \dfrac{\partial P}{\partial z} \\ \dfrac{\partial u}{\partial x} + \dfrac{\partial v}{\partial y} + \dfrac{\partial w}{\partial z} = 0 \end{array}\right\} \text{ dans } \tau,$$

$$(17)\quad u,\ v,\ w \text{ données à la surface } \sigma;$$

3° Démonstration générale des développements de MM. Cosserat dans la théorie de l'équilibre élastique.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la différence de potentiel de l'arc à courant continu entre électrodes métalliques*. Note de MM. **C.-E. Guye** et **L. Zébrikoff**.

Dans un travail très complet et tout à fait remarquable sur l'arc à courant constant entres charbons, Mme Ayrton a montré que la puissance consommée dans l'arc aux divers régimes pouvait être représentée par des systèmes de droites de la forme

$$P = A + Bi$$

dans le cas ou la longueur l de l'arc est constante et par

$$P = C + Dl$$

si l'on maintient l'intensité constante.

Ces deux relations lui ont permis d'établir une formule générale représentant très bien la différence de potentiel aux électrodes.

Cette formule est, comme on sait,

$$(1) \qquad e = a + bl + \frac{c + dl}{i},$$

dans laquelle a, b, c, d sont des constantes dépendant surtout de la nature des électrodes et des conditions de l'atmosphère gazeuze.

Nous avons voulu rechercher si, dans l'arc jaillissant entre électrodes métalliques, il était possible de représenter les phénomènes par des relations semblables.

Nos expériences ont été faites sur l'or, le platine, l'argent, le palladium, le cuivre, le cobalt, le nickel et le fer. Les électrodes planes, légèrement arrondies sur les bords, avaient un diamètre d'environ 16^{mm}; leur distance était mesurée au cathétomètre, avant, pendant et après le fonctionnement; leurs surfaces étaient constamment dressées sur le tour. Les longueurs d'arc étaient généralement comprises entre 0^{mm} et 2^{mm}, exceptionnellement 4^{mm}; les intensités ont varié entre 2 et 18 ampères.

Nous avons attaché une importance particulière à obtenir des *arcs stables* afin d'éviter les élévations instantanées de tension qui peuvent résulter de l'instabilité de l'arc.

Dans ce but nous n'avons opéré que sur des arcs relativement courts en disposant d'une grande réserve de tension; la machine fournissant le courant donnait de 75^{volts} à 90^{volts} dont la majeure partie était absorbée dans des résistances auxiliaires.

En outre, l'électrode supérieure servait toujours de cathode.

Un galvanomètre, convenablement amorti et préalablement gradué, permettait la mesure des différences de potentiel.

Dans ces conditions *la puissance consommée s'est trouvée représentée très exactement par des systèmes de droites convergentes*, tout à fait analogues à celles obtenues par Mme Ayrton pour le charbon.

Nous avons alors déduit de ces droites (c'est-à-dire de l'ensemble de nos expériences) les valeurs numériques des coefficients de la formule (I) et avons obtenu :

Or.......... $e = 20,82 + 4,62\,l + \frac{12,17 + 20,97\,l}{i}$ (E. Guye et Zébrikoff)

Platine....... $e = 24,29 + 4,80\,l + \frac{20,33\,l}{i}$ »

Argent....... $e = 14,19 + 3,64\,l + \frac{11,36 + 19,01\,l}{i}$ »

Palladium .... $e = 21,64 + 3,70\,l + \frac{21,78\,l}{i}$ »

Cuivre .... $e = 21,38 + 3,03\,l + \frac{10,69 + 15,24\,l}{i}$ »

Cobalt (1) .... $e = 20,71 + 2,05\,l + \frac{2,07 + 10,12\,l}{i}$ »

Nickel (1)..... $e = 17,14 + 3,89\,l + \frac{17,48\,l}{i}$ »

Fer (1)....... $e = 15,73 + 2,52\,l + \frac{9,44 + 15,02\,l}{i}$ »

Charbon...... $e = 38,88 + 2,074\,l + \frac{11,66 + 10,54\,l}{i}$ (Mme Ayrton).

Les expressions précédentes représentent très bien la différence de potentiel aux électrodes pour des arcs courts et stables.

Le détail de ces recherches et les considérations qui en découlent paraîtront dans un autre recueil.

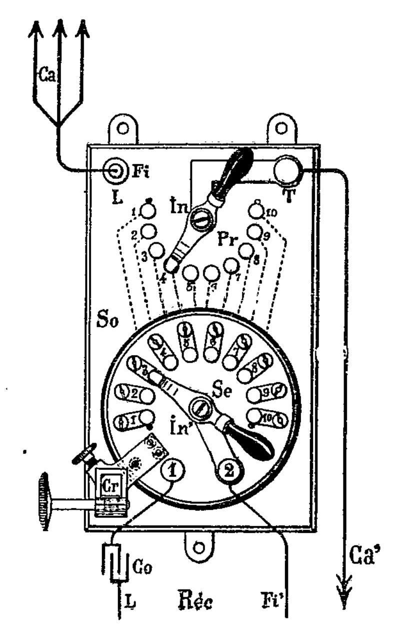
---

(1) Avec le fer, le nickel et le cobalt, il se forme par sublimation de petites aiguilles très fines, d'apparence laineuse, qui tendent à réunir les électrodes et qui, si l'on n'y prend garde, peuvent servir de passage au courant.

PHYSIQUE. — *Dispositif de réglage et d'accord pour les récepteurs des postes de télégraphie sans fil.* Note de M. **E. Ducretet**.

Ce dispositif d'accord, composé de deux spirales plates, superposées à une distance variable, permet de régler le nombre de spires des circuits inducteur et induit et d'obtenir ainsi rapidement différents degrés d'accouplement, faibles ou forts, soit avec les récepteurs à relais, soit avec les récepteurs radiotéléphoniques utilisés dans les postes de télégraphie sans fil.

La figure ci-dessous montre l'ensemble de ce dispositif d'accord avec spirales radio-inductrices à réglages.



Ces spirales, indépendantes l'une de l'autre, sont fixées l'une sur la tablette So, l'autre sur le disque Se; l'écartement le plus convenable entre les deux spirales est obtenu par le jeu de la crémaillère Cr.

La *spirale primaire* Pr est placée dans le *circuit antenne-terre* Ca Ca' et *la spirale secondaire* Se est combinée avec le circuit du radioconducteur ou du détecteur.

Les manettes In In' de Pr et de Se, placées sur les plots de fractionnement des spirales, permettent d'introduire dans les circuits respectifs le nombre de spires qui convient au réglage et l'accord le plus convenable. Ces réglages, combinés avec celui de l'écartement des spirales entre elles et de la capacité variable du condensateur Co, permettent d'obtenir rapidement l'*accord le plus parfait assurant la réception des*

radiotélégrammes aux très grandes distances; pendant la réception ces réglages peuvent être aisément effectués.

PHYSIQUE. — *Sur l'ionisation par barbotage.* Note de M. **Maurice de Broglie**, présentée par M. Mascart.

L'intensité de l'ionisation produite dépend beaucoup du diamètre de l'orifice; faible pour des tubes capillaires, elle passe par un maximum et redevient très faible pour de gros diamètres.

Si l'on aspire à travers un barboteur à tube fin ouvert à l'air libre et qu'on fasse varier la dépression, le courant recueilli par l'électromètre varie, d'abord lentement, puis proportionnellement à la différence de pression.

En ajoutant peu à peu différents sels, $NaCl$, KCl, KI, $BaCl^2$, etc., et en traçant les courbes qui ont pour abscisses les concentrations en fraction de liqueur normale et pour ordonnées les courants recueillis, on trouve :

1° *Courbe* 1, *charges positives.* — L'ionisation, très faible au début (peut-être nulle pour l'eau pure) croît rapidement, passe par un maximum aplati pour des concentrations d'environ $\frac{M}{1000}$, puis diminue et tend vers une valeur constante.

2° *Courbe* 2, *charges négatives.* — L'ionisation part d'une valeur sensiblement plus forte que dans la courbe 1, passe par un maximum plus aigu pour environ $\frac{M}{2000}$, s'abaisse ensuite, coupe la courbe 1 vers $\frac{M}{106}$ sous un angle très faible et continue à s'abaisser lentement.

Il s'ensuit que la charge totale est d'abord négative, s'annule, puis devient et reste positive.

Les solutions étendues d'acide chlorhydrique, sulfurique, acétique, de potasse, de soude, présentent la même allure.

Dans la première branche montante de chaque courbe la sensibilité est très grande pour de très faibles variations de concentration.

En ajoutant à l'eau de l'alcool au lieu des corps précédents, on ne retrouve pas ces maximums aux faibles concentrations, mais l'ionisation monte régulièrement, atteint celle de l'alcool seul pour un mélange contenant 30 pour 100 de ce liquide et demeure invariable.

L'action du radium et des rayons X sur les gaz issus du barbotage est remarquable :

a. Les gaz ionisés par barbotage dans les solutions salines ont leur conductibilité réduite au $\frac{1}{6}$ ou au $\frac{1}{10}$.

b. Les gaz, à peu près complètement dénués de conductibilité, qui sortent des barboteurs contenant de la benzine, du toluène, de l'essence de térébenthine, deviennent conducteurs; ils contiennent des centres primitivement neutres, chargeables au radium.

Enfin la présence dans le gaz qui barbote, de centres neutres, comme ceux qui subsistent dans les gaz de flamme désélectrisés par un condensateur, augmente très notablement l'ionisation par barbotage; mais sans que cet effet présente aux variations de concentration la même sensibilité que l'air ordinaire.

PHYSIQUE. — *Influence de la pression sur les spectres d'absorption des vapeurs.* Note de M. A. **Dufour**, transmise par M. J. Violle.

Les recherches de MM. Humphreys et Mohler (¹) ont montré qu'un accroissement de pression produit, dans certains cas, une très faible augmentation de longueur d'onde des lignes *émises* par une vapeur incandescente.

L'étude des *spectres d'absorption* n'a pas encore été faite à ce point de vue. Je l'ai entreprise. Je ne parlerai ici que des recherches faites sur les vapeurs nitreuses.

Un tube de verre, fermé par deux glaces et pouvant supporter une pression de 20^{atm}, contient de l'hypoazotide à la température ordinaire. Un faisceau de lumière blanche, émise par le charbon positif d'une lampe à arc, le traverse suivant son axe; une lentille reçoit ce faisceau et donne une image du tube sur la fente d'un collimateur dirigé vers un réseau concave de Rowland. Une plaque photographique enregistre le spectre de troisième ordre du réseau. Entre le réseau et la plaque, tout près de celle-ci, parallèlement à elle, on a installé deux volets, qui permettent d'obtenir juxtaposés les spectres d'absorption des vapeurs nitreuses pour deux pressions différentes; par exemple la pression atmosphérique, d'une part, et une pression maxima de 16^{atm}, d'autre part, produite par injection d'air, de gaz carbonique ou d'hydrogène. On a eu soin de se mettre à l'abri des déplacements possibles du châssis photographique.

L'étude et la mesure des positifs sur verre faits avec les clichés obtenus ont fourni les résultats suivants :

1° Un accroissement de pression rend floues toutes les raies d'absorption;

(¹) *Astrophysical Journal*, 1896 et 1897.

le flou est le plus grand pour le gaz carbonique, un peu moins fort pour l'air, le plus faible pour l'hydrogène.

2° Certaines raies conservent une même longueur d'onde quand la pression croît. Je citerai, par exemple, la raie $\lambda = 5856,9$ UA.

3° D'autres raies se déplacent dans le spectre vers le rouge, à mesure que la pression augmente. Parmi une quarantaine de raies qui présentent ce phénomène, les raies $\lambda = 5649,2$ UA et $\lambda = 5532,3$ UA sont les moins difficiles à étudier. L'augmentation de longueur d'onde est sensiblement proportionnelle à l'accroissement de la pression. Les mesures faites sur les spectres obtenus avec l'air comprimé indiquent une augmentation d'environ 0,015 UA par atmosphère de surpression pour les deux raies précédentes.

4° Quand la température de la vapeur d'hypoazotide croît de 20° à 100°, l'absorption augmente dans des proportions énormes, mais on ne constate aucun changement appréciable dans le spectre.

5° Il est intéressant de remarquer que toutes les raies sensibles à la pression présentent le phénomène de Zeeman d'une manière très faible, mais perceptible. La réciproque n'est pas vraie; par exemple la raie $\lambda = 5856,9$ UA, qui conserve sa longueur d'onde, est sensible à l'action du champ magnétique.

J'ai fait une étude analogue sur la vapeur de brome. J'étudie en outre la comparaison, particulièrement difficile, des déplacements trouvés pour une même raie dans des gaz différents.

PHYSIQUE. — *Synchronoscope à réflexions multiples.* Note de M. **Henri Abraham**, transmise par M. J. Violle.

Lorsque l'on veut étudier un phénomène variable, on projette généralement son image sur un écran et l'on dissocie cette image en la faisant se déplacer d'un mouvement uniforme. Pour un phénomène périodique, on peut répéter cette projection à des intervalles de temps égaux à des nombres entiers de périodes; les projections successives sont alors identiques et les images paraissent même persister sans s'éteindre, pourvu qu'elles se succèdent assez rapidement, à raison d'une dizaine par seconde.

Mais il y a quelque difficulté à concilier la rapidité de succession des images avec la lenteur des mouvements, qui ne doivent pas être trop rapides pour que les courbes ne soient pas trop étalées sur l'écran de projection.

On est arrivé à des solutions satisfaisantes, mais parfois assez complexes, soit avec des appareils à écran mobile ou à source de lumière mobile, soit en employant la réflexion sur un miroir ayant un mouvement d'oscillation commandé par une came de forme convenable, soit encore avec un appareil comportant un grand nombre de miroirs portés par un tambour tournant.

Voici un dispositif intermédiaire, d'une construction aisée et qui donne de bons résultats pour l'étude des courants alternatifs :

L'organe mobile est un petit prisme équilatéral en verre tournant autour de son axe et entraîné par un moteur synchrone.

Ce moteur, qui n'a à vaincre que des frottements insignifiants, a pu être réduit à très peu de chose. C'est simplement une roue dentée en fer dont les dents défilent devant un électro-aimant. La roue porte, par exemple, 72 dents; elle fait donc environ un tour par seconde pour les fréquences usuelles des courants alternatifs.

Le prisme, qui sert de miroir tournant, utilise la réflexion totale.

Si l'on pouvait se contenter de trois ou quatre apparitions par seconde, on pourrait employer la *réflexion totale en avant*, et l'appareil serait à vision directe (*fig.* 1). Mais, si l'on veut une image persistante, il vaut mieux

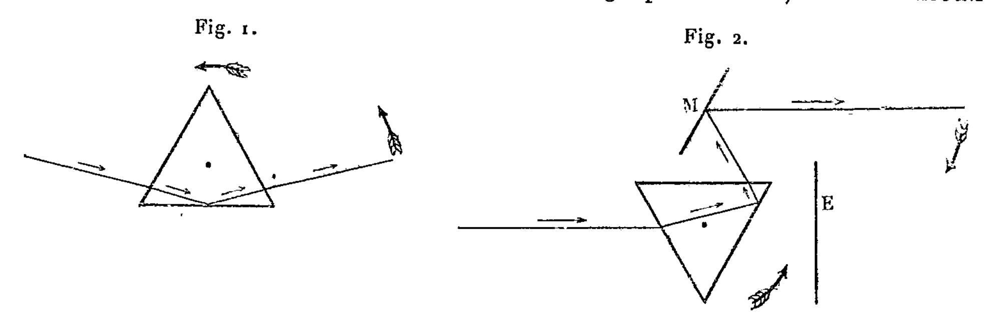


Fig. 1.

Fig. 2.

employer le prisme avec *réflexion totale en arrière* (*fig.* 2). On multiplie alors le nombre des apparitions en faisant se réfléchir la lumière sur un certain nombre de miroirs fixes, tels que M, orientés de manière à renvoyer successivement les images à la même place sur l'écran. Une lame opaque E arrête la lumière qui a subi la réflexion totale en avant. Avec quatre miroirs fixes, on obtient ainsi douze apparitions par tour et les images sont suffisamment persistantes.

Le prisme équilatéral est réglé par construction et les miroirs fixes sont orientés une fois pour toutes.

Ce synchronoscope a été étudié en vue de la projection des courbes de courants alternatifs. Il a été réalisé avec la collaboration des ateliers Carpentier.

PHYSIQUE. — *Sur la valence de la molécule saline dissoute déduite des propriétés dispersives de la solution et de la théorie des électrons.* Note de M. C. Chéneveau, présentée par M. A. Haller.

Si l'on admet que l'atome d'un corps transparent, à dispersion normale, est constitué par un centre chargé positivement dont la masse est de l'ordre de grandeur de celle de l'atome, autour duquel gravitent des électrons et des corpuscules chargés négativement, dont la masse est environ le $\frac{1}{1000}$ de celle de l'atome d'hydrogène, on peut imaginer que la lumière, mouvement périodique, se propage dans le corps en mettant en vibration un certain nombre de corpuscules négatifs en même temps que la charge positive.

Si l'on ne tient compte que des actions des électrons de même espèce les uns sur les autres, ces hypothèses suffisent pour trouver la loi de dispersion d'un corps, $n = f(\lambda)$, sous les formes que lui ont données successivement Helmholtz et Ketteler (1). Dans ces formules interviennent les longueurs d'onde de bandes d'absorption dans l'infra-rouge et dans l'ultra-violet.

Drude (2) a montré que, si les vibrations propres des centres positifs permettent d'expliquer la présence de bandes d'absorption dans l'infra-rouge, ce sont les vibrations propres des électrons qui interviennent dans la formation de bandes d'absorption dans l'ultra-violet. De la loi de dispersion d'un corps, il a pu alors déduire, d'après les données expérimentales, la limite inférieure du nombre d'électrons qui peuvent agir dans le phénomène de dispersion de la lumière par le corps.

En m'appuyant sur des considérations analogues aux précédentes, j'ai cherché à calculer la limite inférieure pv du nombre d'électrons qui peuvent influer sur la dispersion de la molécule saline dissoute.

A cet effet, en retranchant l'action optique du solvant de celle de la solution d'un corps, j'ai déterminé la constante optique du corps dissous [peu variable comme je l'ai montré avec la concentration de la solution, s'il s'agit surtout de solutions salines aqueuses (3)].

Si K_1 et K_2 sont les constantes optiques du corps dissous pour deux radia-

(1) H.-A. Lorentz, *Arch. néerl.*, t. XXV, 1892, p. 363. — P. Drude, *Lehrbuch der Optik*, 1900, p. 360; 2e édition, 1906, p. 368. — M. Planck, *Sitzungsber. d. Akad. Berlin*, t. XXIV, 1902, p. 21. — P. Langevin, *Cours professé au Collège de France*, 1905-1907.

(2) P. Drude, *Drude's Ann.*, t. XIV, n° 9, 1904, p. 677.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1483.

tions de longueurs d'onde λ_1 et λ_2, P le poids moléculaire, $\frac{e}{m}$ le rapport de la charge électrique e à la masse mécanique m de l'électron, on a

$$pv \geqq \frac{3,26.10^{-1}}{\frac{e}{m}} P \frac{K_1.K_2}{K_1 - K_2 : \frac{1}{\lambda_1^2} - \frac{1}{\lambda_2^2}} \cdots$$

J'ai dû, pour mettre en accord la théorie et l'expérience, remplacer, dans la formule de dispersion, l'indice n par le facteur de Lorentz $\frac{n^2-1}{n^2+2}$. Le calcul de la constante ptique du corps dissous ayant été fait à l'aide des expressions $\frac{n^2-1}{d}$ (Newton), $\frac{n-1}{d}$ (Gladstone) ou $\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$ (Lorentz), reliant l'indice et la densité, j'ai trouvé que la loi de Lorentz permet surtout de déduire de l'expérience des conclusions intéressantes, surtout si l'on adopte pour valeur du rapport $\frac{e}{m}$ le nombre $1,50.10^7$ que Drude a déduit de la dispersion de l'hydrogène.

Je ne signale actuellement, d'après un certain nombre d'expériences faites sur des corps minéraux, que la plus importante de ces conclusions, qui s'accorde avec celle que Drude avait donnée antérieurement pour des corps solides ou liquides à dispersion normale :

La valeur limite de la quantité pv, calculée d'après la formule précédente, est toujours de l'ordre de grandeur du nombre exprimant la valence totale de la molécule (ou du double du nombre qui exprime la valence unissant les deux ions dans une molécule ionisable). La valence totale de la molécule saline ne doit pas être considérée comme la somme des valences des atomes, mais comme la somme des valences de l'atome métal et du groupement atomique, formant le radical acide (c'est-à-dire des deux ions pour une molécule ionisable).

On est donc amené à penser que dans une molécule les atomes n'interviennent pas toujours individuellement dans le phénomène de la réfraction et de la dispersion de la lumière, mais que souvent ce sont les groupements atomiques qui peuvent ajouter leurs actions optiques variables à l'infini suivant la nature des éléments liés et le mode de liaison (¹); ainsi pourrait-on

(¹) L'expérience a déjà montré que, dans des groupements atomiques différents, le même atome lié de façon différente à des corps différents n'a pas le même module optique.

expliquer que le pouvoir réfringent moléculaire ou la dispersion moléculaire d'un composé, calculés *à partir des éléments*, sont parfois très différents de la réfraction moléculaire observée. L'influence des actions mutuelles des particules, négligée au point de vue théorique comme je l'ai indiqué ci-dessus, ne peut d'ailleurs tendre qu'à accentuer cet écart; celui-ci peut alors prendre une certaine importance pour les molécules complexes dont la Chimie organique donne de nombreux exemples.

PHYSIQUE. — *Sur l'origine des spectres en séries.* Note de M. **W. Ritz**, présentée par M. Deslandres.

Dans une précédente Communication ([1]) j'ai cherché à former un système émettant l'ensemble des vibrations de l'hydrogène en partant de l'hypothèse d'un électron P soumis uniquement à l'action d'un champ magnétique H. La fréquence v de la vibration circulaire qui en résulte est égale au produit de H par un facteur universel K. Conservant cette hypothèse, on obtient un résultat plus simple et plus conforme aux idées actuellement admises en attribuant ce champ H à un aimant rectiligne dans le prolongement duquel serait situé le point P. Soient r_1 et r_2 les distances de ses pôles à P et $\pm\mu$ leurs charges magnétiques, on aura

$$v = K\mu\left(\frac{1}{r_1^2} - \frac{1}{r_2^2}\right) \qquad (r_1 < r_2).$$

Cette formule est identique avec celle de Balmer

$$v = N\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}\right) \qquad (m = 3, 4, 5, \ldots)$$

si l'on admet que l'aimant rectiligne est composé de $m-2$ aimants égaux entre eux, de longueur a, posés bout à bout, et qu'il est séparé de P par deux ([2]) segments linéaires de même longueur, mais non aimantés. On a alors

$$r_1 = 2a, \qquad r_2 = 2a + (m-2)a = ma, \qquad N = \frac{K\mu}{a^2}.$$

([1]) *Comptes rendus*, 18 mars 1907, p. 634.

([2]) Au nombre 1 correspondrait une série dans l'extrême ultraviolet; à 3, 4, ... des lignes infrarouges.

Dans les diverses molécules d'une masse d'hydrogène rendue lumineuse on devra trouver toutes les modifications correspondant à 1, 2, 3, ... aimants élémentaires, celle qui correspond à n aimants étant d'autant moins fréquente que n est plus grand. Cette conception ne se heurte à aucune difficulté si l'on considère l'atome d'hydrogène comme fort complexe et si l'on remarque que tout corps de révolution, en rotation autour de son axe, peut, par une distribution convenable de sa charge électrique, devenir équivalent à un aimant linéaire.

Si le premier aimant a la longueur $\frac{a}{2}$, on obtiendra la formule de Pickering, pour les raies de l'hydrogène dans l'étoile ζ Poupe,

$$\nu = N\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{(m+0,5)^2}\right] \qquad (m = 2, 3, 4, \ldots).$$

S'il a la longueur α et si r_1 est quelconque, on aura la formule générale de Rydberg pour les séries spectrales

$$\nu = A - \frac{N}{(m+\beta)^2} \qquad \left(A = \frac{K\mu}{r_1^2},\ \beta = \frac{\alpha + r_1}{a}\right),$$

où N est une constante universelle si a est universel (comme on l'admet pour les électrons). Les trois quantités A, β, N sont indépendantes de m.

Enfin, si la longueur du deuxième, troisième, ... aimant diffère également de a, mais en s'en rapprochant à mesure que m augmente, on aura une représentation exacte des résultats de l'expérience. En particulier, si l'on suppose que, c, c' et β étant des constantes, on a

$$r_2 = m + \beta + \frac{c'}{r_2^2},$$

on obtient la formule

$$\nu = A - \frac{N}{[m + \beta + c(A - \nu)]^2} \qquad (m = 1, 2, 3, \ldots)$$

et j'ai montré [1] que cette formule représente les séries spectrales avec une très grande précision, tout en contenant moins de constantes arbitraires que celle de Kayser et Runge.

Lorsque, maintenant invariable la longueur et la position des autres aimants, on change la longueur du premier, on obtient une nouvelle série de lignes présentant avec la précédente des différences constantes de lon-

---

[1] W. Ritz, *Annalen der Physik*, t. XII, 1903, p. 263.

gueur d'onde. C'est un phénomène généralement observé dans les spectres de lignes.

Si, au contraire, conservant la position du premier pôle, c'est-à-dire la quantité r_1, on modifie encore la longueur du premier aimant, on obtient une série de doubles lignes convergeant vers la même limite. Ce cas est réalisé dans les séries principales et les satellites des séries secondaires.

Comme $r_2 > r_1$, et que le nombre m des aimants est au moins égal à un, les lignes (en général infrarouges) correspondant à $m = 0$ ou à des valeurs négatives de ν ne seront pas observées. Le premier cas se présente effectivement pour les premières séries secondaires de He, Cd, Zn, Hg, Tl, où les observations ont pu être faites.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur l'échelle des poids moléculaires des gaz.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Amagat.

D'après le principe d'Avogadro-Ampère les poids moléculaires M, M', M'', ... de divers gaz sont proportionnels à leurs poids spécifiques normaux (mesurés sous 1^{atm}), d, d', d''. Ce principe n'est qu'approché, mais il devient rigoureux si l'on substitue aux valeurs normales les valeurs limites $d(1-A)$, $d'(1-A')$, $d''(1-A'')$ répondant à une pression très faible (A, A', A'', ... étant les coefficients d'écart à la loi de Mariotte entre 0^{atm} et 1^{atm}), c'est-à-dire que l'on a

$$(1)\qquad \frac{M}{d(1-A)} = \frac{M'}{d'(1-A')} = \frac{M''}{d''(1-A'')} = \ldots = V_0.$$

La constante V_0 représente le volume occupé par une molécule-gramme de gaz parfait sous 1^{atm}. En raison des incertitudes expérimentales qui affectent M, d, A, M', d', A', ... la concordance entre les valeurs des diverses fractions ne dépasse guère $\frac{1}{2000}$. [*Cf.* sur ce point mon Mémoire : *Sur la valeur la plus probable de la constante* R (*Zeitschf. f. Elektroch.*, t. X, 1904, p. 621)].

La formule (1) ne fournit qu'un système de nombres proportionnels, c'est-à-dire qu'elle ne définit l'échelle des poids moléculaires qu'à une constante près. Pour la déterminer entièrement, il faut fixer arbitrairement un de ses termes. Berzélius rapportait les poids atomiques et moléculaires à l'oxygène, en posant O = 100. Plus tard, sous l'influence de certaines idées théoriques, on les a rapportés à l'hydrogène. De nos jours, on préfère

revenir à l'oxygène en posant $O^2 = 32$. Avec cette dernière convention, la formule (1) donne

$$(2) \qquad M = 32 \times \frac{d}{d'} \times \frac{1-A}{1-A'},$$

M, d, A se rapportant au gaz considéré; 32, d', A' à l'oxygène, c'est-à-dire que *le poids moléculaire d'un gaz est égal à 32 fois le rapport de sa densité limite à celle de l'oxygène.*

Si dans la formule (2) on remplace le facteur $32 : d'(1-A')$ par sa valeur V_0 tirée de (1), la formule (2) devient

$$(3) \qquad M = V_0 d(1-A).$$

Les expressions (2) et (3) ne diffèrent que par un simple jeu d'écriture. Cependant, dans divers Mémoires publiés depuis quelques années (*Bull. Soc. chim. de Paris*, août 1905; *Journal de Chim. phys.*, t. V, 1907, p. 203; *Comptes rendus*, ce vol., p. 977), M. Guye attribue à la formule (3) une portée plus grande et croit que, tout en continuant à adopter la convention habituelle $O^2 = 32$, elle permet de calculer le poids moléculaire d'un gaz d'après la seule connaissance de sa compressibilité et de son poids spécifique, sans faire intervenir les données analogues relatives à l'oxygène.

C'est là une illusion, par la raison que la valeur de V_0 qui figure dans (3) n'est pas donnée *a priori*, mais doit être déduite de la formule (1). Or, dès qu'on a choisi la convention $O^2 = 32$, on est tenu d'adopter pour V_0 la valeur donnée par le rapport $32 : d'(1-A')$ relatif à l'oxygène. Si l'on adoptait la valeur $M'' : d''(1-A'')$ calculée d'après un autre gaz, l'hydrogène par exemple, cela reviendrait à rapporter les poids moléculaires à ce gaz pris comme base, et non plus au gaz oxygène comme on l'a admis par hypothèse.

On ne peut pas davantage adopter pour V_0 la valeur la plus probable déduite de l'ensemble des rapports de la formule (1); car, s'il est permis de calculer des poids moléculaires par la relation $M = V_0 d(1-A)$, en donnant à V_0 telle valeur que l'on voudra, c'est à condition de remarquer qu'il s'agit là d'une échelle nouvelle, définie par cette relation même, et non plus de l'échelle usuelle rapportée à la base $O^2 = 32$. Ainsi dans son Mémoire d'ensemble (*Bull. de la Soc. chim., loc. cit.*), M. Guye adopte la valeur $V_0 = 22,412$ que j'ai donnée comme conclusion de mon Mémoire précité. Or, si l'on introduit dans la formule $M = 22,412\, d(1-A)$ qui sert de base à tous ses calculs, les valeurs d' et A' relatives à l'oxygène, on constate qu'au lieu de retomber identiquement sur le nombre $O^2 = 32$ comme on le devrait, on ne retrouve jamais exactement ce nombre, pas plus avec les valeurs de MM. Guye, Pintza, Jaquerod et Scheuer, qu'avec celles de lord Rayleigh ou de M. Leduc. La contradiction entre le mode de calcul de M. Guye et la convention initiale $O^2 = 32$ acceptée par lui est ainsi rendue manifeste.

Une autre remarque doit être faite. Supposons, à titre d'exemple, que l'on adopte pour V_0 la moyenne des valeurs fournies par les gaz O^2, H^2, Az^2, CO; il est clair qu'il n'est pas permis de s'en servir pour calculer par la formule (3) les poids moléculaires

M′, M″, M‴, M^{IV} de ces quatre gaz, puisque le calcul des valeurs individuelles V'_0, V''_0, V'''_0, V^{IV}_0 supposait la connaissance préalable de M′, M″, M‴, M^{IV}, c'est-à-dire des grandeurs mêmes qu'il s'agit d'évaluer. Pour appliquer la relation (3) à un gaz particulier, CO par exemple, il faudrait que la valeur V_0 adoptée eût été calculée dans l'exemple précédent, d'après les gaz O^2, H^2, Az^2 seuls, CO étant expressément exclu. Sinon, il y aurait cercle vicieux. Tel est précisément le cas des calculs de M. Guye qui, adoptant la valeur $V_0 = 22,412$ que j'ai obtenue avec l'aide des poids moléculaires d'une dizaine de gaz, l'utilise ensuite pour déterminer ces mêmes poids moléculaires.

Revenant maintenant à la formule correcte (2), j'ajouterai qu'au point de vue de la précision du résultat, il est avantageux d'y voir figurer, tant pour les poids spécifiques que pour les compressibilités, non pas des valeurs absolues, mais de simples rapports $d : d'$ et $(1 - A) : (1 - A')$, à la condition d'emprunter les deux termes de chaque rapport au même observateur.

Si l'on compare les densités par rapport à l'air de deux physiciens bien connus pour la précision de leurs recherches en ce domaine, lord Rayleigh et M. Leduc, on constate que les nombres du premier sont systématiquement supérieurs d'environ 0,0001 à ceux du second. Cet écart serait doublé si l'on passait aux poids spécifiques absolus en multipliant ces densités par le poids du litre d'air normal (ramené à la latitude 45°) pour lequel lord Rayleigh trouve $1^g,29284$ et M. Leduc $1^g,29273$. Au contraire, comme a remarqué M. Leduc, si l'on rapporte les densités non à l'air, mais à un gaz défini, tel que l'oxygène, les deux séries concordent en général à 0,00005 près. Cela tient à ce que les erreurs systématiques dues aux appareils ou aux modes de mesures se retrouvent dans tous les nombres d'un même observateur et se compensent en partie quand on considère leurs rapports. Lord Rayleigh remarque à ce propos que « la mesure des densités des gaz par rapport à l'eau est sujette à diverses sources d'erreur qui n'affectent pas la comparaison d'un gaz avec un autre gaz ».

Une observation analogue s'applique aux compressibilités. Voici le Tableau des valeurs de $10^5 A$, ramenées à 0°, obtenues pour les gaz difficilement liquéfiables (je rappelle que mes nombres ont été déterminés directement à 0°) :

	H^2.	Az^2.	CO.	O^2.	AzO.
Leduc et Sacerdote.....	−64	+38	46	76	106
D. Berthelot..........	−60	+44	58	85	110
Chappuis.............	−58	+43	»	»	»
Rayleigh..............	−53	+56	81	94	»
Jaquerod et Scheuer....	−52	»	»	97	117

Les écarts entre les divers observateurs affectent un caractère nettement systématique (dû, je pense, à l'erreur de calibrage des appareils); les nombres vont en croissant régulièrement de la première ligne à la dernière. Les facteurs $(1 - A)$, $(1 - A')$, ... de MM. Leduc et Sacerdote d'une part, lord Rayleigh de l'autre, diffèrent en moyenne de 0,0002, ce qui entraînerait cette même différence de $\frac{1}{5000}$ sur les poids moléculaires, si l'on utilisait les valeurs absolues de ces facteurs; mais cet écart s'atténue ou même disparaît entièrement, si l'on prend les rapports $(1 - A) : (1 - A')$ par rapport à un même gaz tel que l'oxygène, rapports qui figurent seuls dans la formule (2).

Conclusion. — L'échelle des poids moléculaires définie par les densités limites des gaz (tout comme celle qui est définie par les analyses chimiques) ne représente qu'un système de nombres proportionnels et doit être fixée par rapport à un gaz de référence. Dès lors, la densité et la compressibilité de ce gaz interviennent nécessairement dans les calculs. La précision du résultat final est d'ailleurs accrue par le fait qu'on considère des rapports et non pas des valeurs absolues.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur de nouvelles constantes caractéristiques des huiles.* Note (¹) de MM. E. **Louïse** et E. **Sauvage**, présentée par M. Haller.

I. Si, à la température ordinaire, on ajoute peu à peu de l'acétone à une quantité déterminée d'huile de colza ou d'autres huiles que nous avons étudiées, on peut observer diverses phases qui semblent correspondre à celles que présentent les *mélanges doubles*. Pour vérifier s'il en est ainsi, il faut considérer dans le phénomène le moment où le mélange est séparé en deux couches limpides, déterminer la composition des deux couches en huile et acétone et voir ensuite si, la température restant constante, cette composition reste elle-même constante quelles que soient les quantités d'huile et d'acétone que l'on fait intervenir.

Si nous appelons respectivement α et β les quantités d'huile contenues dans 1g du mélange constituant la couche supérieure et la couche inférieure, nous trouvons les résultats suivants :

	Poids d'huile en grammes.	Volume d'acétone en centimètres cubes.	α.	β.
Première expérience.	50	80	0,220	0,499
Temp. : 13°.	50	120	0,21	0,513
Deuxième expérience.	40	80	0,193	0,52
Temp. : 12°,5.	40	120	0,18	0,52

Ces nombres, sans être absolument identiques, nous paraissent cependant assez voisins pour que l'huile et l'acétone puissent être considérées comme donnant un *mélange double;* leurs différences pourraient provenir, selon nous, des difficultés expérimentales dues à la grande volatilité de l'acétone et à la rapidité avec laquelle les deux liquides se séparent sous la moindre différence de température (²).

(¹) Présentée dans la séance du 1er juillet 1907.

(²) On conçoit cependant que, pour certaines proportions des deux composants, il puisse se produire des écarts sensibles provenant de ce que les diverses phases du

II. En nous bornant à la considération de la phase intermédiaire du phénomène, c'est-à-dire de celle où l'huile et l'acétone se trouvent séparées en deux couches distinctes, nous avons cherché à déterminer, pour une huile donnée, comment varient, avec la température, les valeurs de α et β qui se rapportent respectivement aux deux couches.

Voici quelques-uns de nos résultats obtenus avec 40^g d'huile de colza épurée et 80$^{cm^3}$ d'acétone :

	α.	β.
0°	0,095	0,6425
7,5	0,128	0,572
12,5	0,185	0,520
15,4	0,384	

On voit que, dans les limites de notre expérience, α croît constamment avec la température, tandis que β décroît constamment; à la température de 15°,4, α devient égal à β et les deux couches se confondent en un liquide parfaitement limpide de composition homogène. C'est ce qu'on peut appeler la *température critique* de l'huile donnée. La détermination de la température critique peut être obtenue pour chaque huile de la même façon; mais, pour le but pratique que nous poursuivons, il est plus facile de déterminer la courbe de *miscibilité* en opérant de la façon suivante : dans un gros tube à essai, on pèse un poids P de l'huile donnée, on l'additionne au moment de l'expérience de 20$^{cm^3}$ d'acétone mesurés à la température de 12° et l'on ferme aussitôt par un bouchon de liège que traverse un thermomètre gradué en cinquièmes de degré. Ce tube est légèrement chauffé ou convenablement refroidi suivant que la température de miscibilité qu'il s'agit d'évaluer exactement est supérieure ou inférieure à la température ambiante. Le trouble disparaît presque subitement, on lit la température : c'est, dans les conditions où nous nous plaçons, la température de *miscibilité;* l'erreur de lecture ne dépasse pas $\frac{2}{10}$ de degré.

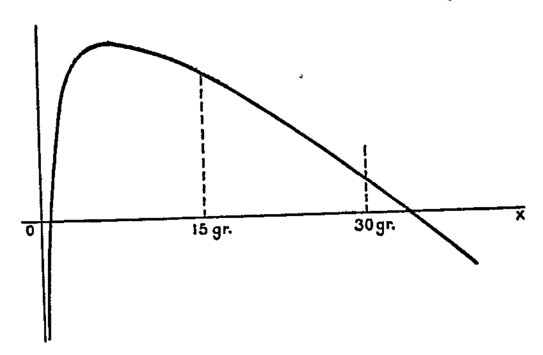
Pour des poids variables de la même huile, nous obtiendrons des températures de miscibilité différentes. Si l'on porte sur l'axe des x des poids d'huile croissants et sur l'axe de y les températures de miscibilité correspondantes on obtient la courbe caractéristique de l'huile étudiée.

La disparition presque subite du trouble est particulièrement nette pour des poids d'huile variant de 15^g à 30^g. Pour des poids inférieurs à 15^g, la

---

phénomène ne se produisent pas en même temps pour les corps multiples qui entrent dans la composition de l'huile.

sensibilité du phénomène diminue; au delà de 30^g et pour certaines huiles, le mélange devient trop visqueux pour que la température s'élève uniformément dans toutes les parties. Enfin, dans le cas où ces températures de miscibilité sont négatives, il convient expérimentalement de ne pas abaisser



Courbe de miscibilité de l'huile de colza épurée.

sensiblement la température au-dessous de ce point, de façon à éviter la congélation d'un certain nombre de glycérides, qui n'entreraient plus ensuite facilement en dissolution.

En résumé, l'étude des températures de miscibilité pour une huile prise avec des poids de 15^g à 30^g et 20$^{cm^3}$ d'acétone, étude qui exige à peine une demi-heure, permet d'obtenir rapidement un caractère d'identité spécial pour chaque huile.

Cette nouvelle constante offre plus de sensibilité pour distinguer les huiles que la plupart de celles dont on fait usage; elle peut servir de base pour une méthode de recherche des falsifications.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'hydrolyse du perchlorure de fer.* Note de MM. G. **Malfitano** et L. **Michel**, présentée par M. E. Roux.

Pour chercher à comprendre le mécanisme de la formation des colloïdes hydroxychloroferriques, nous avons étudié l'hydrolyse de $FeCl^3$ en mesurant les variations de la conductivité dans ses solutions aqueuses (1).

On sait depuis Foussereau que la conductivité des solutions de $FeCl^3$

(1) Nous nous sommes servis du dispositif de Kohlrausch et nous avons dissous dans de l'eau soigneusement distillée ($k = 7$ à 9×10^{-7}) du perchlorure de fer resublimé,

varie constamment avec le temps, mais à 18°, si la concentration n'est pas inférieure à $\frac{FeCl^3}{750}$ environ (1 mol.-gr. dans 750[l]) la conductivité ne change guère sensiblement et l'on peut prendre plusieurs mesures parfaitement concordantes.

En tenant compte seulement des valeurs atteintes aussitôt la solution faite, quand elles restent constantes pendant 15 minutes au moins, nous avons construit la courbe des conductivités moléculaires de $\frac{1}{3}$ $FeCl^3$ et comparativement celles de $\frac{1}{2}$ $BaCl^2$ et KCl. La courbe des valeurs de $\frac{1}{3}$ $FeCl^3$ d'abord inférieure dépasse celle de $\frac{1}{2}$ $BaCl^2$ à la concentration environ $\frac{1}{10}$ en Cl et celle de KCl au titre $\frac{1}{25}$, et devient notablement plus élevée à des dilutions plus grandes.

Puisque la conductivité moléculaire limite de $FeCl^3$ est notablement supérieure à celle des autres chlorures et tend à se rapprocher de HCl, la vitesse de transport de $\frac{1}{3}$ Fe ne pouvant être qu'inférieure à celle de $\frac{1}{2}$ Ba et de K, il est nécessaire d'admettre que toute solution de $FeCl^3$ contient des ions H. Le perchlorure de fer doit donc s'hydrolyser aussitôt en contact avec l'eau. Nous avons cherché dans quelles limites ce processus est réversible en fonction de la concentration et de la température :

1° Des portions égales d'une solution de $FeCl^3$ étaient diluées avec des quantités croissantes d'eau; une moitié de chacune de ces liqueurs était évaporée à la température ordinaire dans le vide sur l'anhydride phosphorique et ramenée au volume correspondant de la solution primitive; l'autre moitié servait à constater si, à la dilution donnée, la conductivité restait constante ou si elle augmentait pendant le temps nécessaire à ces manipulations.

Dans les solutions restées stables, après évaporation, on retrouvait la même conductivité que dans la solution primitive; mais dans les solutions plus diluées, où la conductivité avait augmenté avec le temps, on trouvait des valeurs plus élevées.

2° En chauffant graduellement les solutions contenues dans des vases fermés nous avons fait des lectures simultanées de la température et de la conductivité.

Entre 18° et 50°, si la concentration n'est pas inférieure à $\frac{Cl}{10}$, l'augmentation dans les solutions de $FeCl^3$ se fait selon une ligne droite qui reste parfaitement parallèle à celle de KCl. A la concentration $\frac{Cl}{20}$, les valeurs de $FeCl^3$ et KCl, voisines à 18°, s'écartent de plus en plus avec l'augmentation de la température. Mais un écart du

---

ayant séjourné dans le vide sur KOH. Les valeurs obtenues comparativement avec KCl et $BaCl^2$ concordent suffisamment avec celles couramment admises.

même ordre a lieu également entre une solution de KCl et une autre de KCl + HCl. Au fur et à mesure que la concentration diminue, les valeurs de la conductivité des deux chlorures en fonction de la température divergent de plus en plus et celles de $FeCl^3$ se placent sur des courbes dont la forme diffère selon le mode de chauffage.

3° Si l'on maintient la température constante et que l'on dresse les courbes de la conductivité en fonction du temps, on voit que les solutions de $FeCl^3$ restent stables pendant un temps d'autant plus long que la concentration est plus forte et la température moins élevée; ensuite la conductivité augmente d'une manière continue et d'autant plus rapidement au début que la température est plus élevée.

4° Dans les solutions où pendant le chauffage la conductivité a augmenté parallèlement à celle de KCl, et qui sont restées stables à une température donnée, on retrouve la conductivité primitive si l'on ramène la température à 18°. Par contre, s'il y a eu une augmentation même faible en fonction du temps, on trouve à 18° une valeur supérieure qui tend à baisser mais ne revient jamais au chiffre antécédent.

Les conditions de réversibilité, en fonction de la concentration aussi bien qu'en fonction de la température, ne sont satisfaites que dans les limites où les solutions restent stables.

Il y a donc une hydrolyse immédiate qui atteint un état d'équilibre défini et réversible, et qui se maintient pendant un temps variable avec la température et la concentration. Cet équilibre rompu, l'hydrolyse tend à progresser d'une manière continue et passe par des états éminemment instables et irréversibles.

Les théories admises permettent d'envisager ces solutions comme des systèmes où les molécules de $FeCl^3$ sont dispersées parmi les molécules de H^2O, et des unes et des autres, des proportions variables avec la température et la concentration sont dissociées en ions $FeCl^{2+}$ $FeCl^{++}$ Fe^{+++} H^+ et Cl^- OH^-; dès lors les groupements secondaires $FeCl^2OH$, $FeCl(OH)^2$, $Fe(OH)^3$ d'une part et HCl de l'autre, peuvent s'y former. Dans ces solutions il est expérimentalement facile de mettre HCl en évidence et l'on peut en retirer des composés de Fe, O, H, Cl.

Dans ces composés, la teneur en Cl n'est jamais nulle, et à mesure qu'elle diminue ils deviennent de moins en moins solubles et se laissent de plus en plus difficilement attaquer par HCl qui tend à reformer $FeCl^3$.

Il est donc vraisemblable que les produits hypothétiques $FeCl^2(OH)$ et $FeCl(OH)^2$ existent, leur présence étant conciliable avec les conditions de stabilité des solutions; tandis que $Fe(OH)^3$, qui ne peut être qu'insoluble, ne peut exister dans la solution que temporairement, et puisqu'il ne précipite pas, nous ne pouvons invoquer qu'une hypothèse : c'est qu'il forme avec H ou Fe des ions complexes. Or, nous savons que les atomes qui constituent les ions complexes ne réagissent que si une action plus violente

intervient pour défaire leur assemblage; donc l'apparition de ces ions suffit à expliquer la rupture d'équilibre dans les solutions de $FeCl^3$. Quand les molécules $Fe(OH)^3$ aussitôt formées se groupent en ions complexes de plus en plus nombreux ou de plus en plus gros, Fe se trouve à l'abri de l'action de HCl, l'hydrolyse peut progresser d'une manière continue et la réversibilité devient de moins en moins possible.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'obtention des températures élevées dans les recherches de laboratoire.* Note de M. C. **Chabrié**, présentée par M. A. Haller.

Lorsqu'on se propose d'obtenir une température élevée, supérieure à celle de la fusion du platine, en vue d'étudier certaines réactions, on éprouve de sérieuses difficultés si l'on ne peut se servir du four électrique.

On ne trouve pas dans les fours à gaz d'appareils capables de porter un creuset à plus de 1800°; l'excellent modèle dû à M. Schlœsing ne donne pas beaucoup plus de 1600°.

J'ai pensé qu'on serait plus heureux en brûlant un combustible autre que la houille ou que les gaz qui en dérivent. Il était donc naturel de songer à l'aluminium, d'après ce que l'on sait de l'aluminothermie.

J'ai d'abord placé le creuset à chauffer dans un autre creuset beaucoup plus grand, puis j'ai garni d'aluminium en poudre l'espace compris entre les deux creusets.

Lorsque l'ensemble était préalablement porté au rouge, j'envoyais un courant d'oxygène sec sur l'aluminium. Une vive incandescence se produisait, accompagnée d'un fort dégagement de chaleur, mais la chaleur ne se propageait pas bien dans la masse métallique et la température du petit creuset intérieur n'arrivait pas à s'accroître beaucoup : du fer en limaille déposé dans ce petit creuset n'y fondait pas.

Le résultat n'était pas meilleur si l'on versait l'aluminium en poudre sur de l'étain fondu en même temps qu'on dirigeait dans la masse un courant d'oxygène. Le tuyau de terre réfractaire amenant le gaz se bouchait à tout moment.

En mêlant du magnésium (5 à 10 pour 100) à l'aluminium on n'arrivait pas davantage à obtenir une température très élevée à l'intérieur du petit creuset.

Le mélange de bioxyde de manganèse et de magnésium chauffé dans un courant d'oxygène donne lieu à une violente explosion; le mélange de magnésium et d'oxyde de chrome, enflammé au moyen d'un ruban de magnésium, fuse et la réaction ne semble pas facile à prolonger. Le résultat était meilleur avec un mélange d'oxyde de chrome et d'aluminium additionné de la moitié de son poids de magnésium : la combustion se faisait plus lentement, mais la température de la masse n'était pas telle que le platine placé dans le petit creuset pût y être fondu.

En mélangeant l'aluminium avec le produit vendu dans le commerce sous le nom de *harakiri,* on obtient plus aisément la fusion de l'aluminium, mais le but poursuivi n'est pas non plus atteint.

Alors, j'ai abandonné le procédé consistant à brûler l'aluminium dans un courant d'oxygène et je me suis rapproché des conditions du procédé Goldschmidt, dans lequel l'oxygène est emprunté à l'oxyde d'un métal moins avide de ce métalloïde que l'aluminium.

Dans cet ordre d'idées, l'expérience qui réussit le mieux est celle dans laquelle on traite l'oxyde de fer par l'aluminium. Encore faut-il prendre ce dernier métal sous la forme convenable.

Si l'on emploie l'aluminium en poudre mélangé de la moitié de son poids de magnésium, aussi en poudre, on a l'avantage de se servir de produits qu'on trouve facilement dans le commerce et de pouvoir enflammer le mélange avec un simple fil de magnésium. Si l'on se sert de l'aluminium à grains plus gros, préparé spécialement pour le procédé Goldschmidt, il faut allumer le mélange avec le bioxyde de baryum et le fil de magnésium.

Dans le premier cas, la combustion se fait tout aussi bien, mais elle dure moins longtemps.

Si l'on mélange de l'oxyde de chrome à l'oxyde de fer, l'expérience est plus difficile à conduire.

En résumé, si l'on veut chauffer rapidement à une température élevée, supérieure à celle de la fusion du platine, un corps quelconque, on n'a qu'à l'enfermer dans un creuset en magnésie placé dans un autre creuset ordinaire en terre, en garnissant l'intervalle des deux creusets avec un mélange d'oxyde de fer et d'aluminium auquel on met le feu par l'un des procédés connus.

On peut remplacer le petit creuset de magnésie par un tube de même substance traversant le grand creuset au moyen de deux ouvertures qu'on y a ménagées. On ne peut employer un tube de porcelaine qui ne résisterait pas, ainsi que je l'ai vérifié, à la haute température de l'expérience.

C'est donc l'application de l'aluminothermie employée non plus pour préparer des métaux réfractaires mais utilisée, à cause de la haute température qu'elle produit, au chauffage de corps étrangers.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'analyse de l'hexafluorure de sélénium.* Note [1] de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. Ditte.

Le mélange gazeux résultant de l'action du fluor sur le sélénium renferme des quantités variables de fluorure de silicium. Ce fluorure de silicium est éliminé par l'eau et le gaz ainsi purifié est liquéfié, au moyen de l'oxygène liquide, dans un appareil permettant de faire le vide et de recueillir le gaz sans le secours de la trompe à mercure. Nous avons réuni et purifié de cette façon les gaz provenant de plusieurs préparations. En recueillant ce gaz dans des flacons de 150^{cm^3}, nous avons pu faire un véritable fractionnement qui, ainsi que nous l'avons déjà signalé dans notre précédente Note, nous a conduit à observer des différences très appréciables entre les densités des gaz de tête et de queue.

Nous avons essayé de déterminer la quantité de fluor contenue dans ce fluorure de sélénium en le soumettant à l'action de la chaleur dans une cloche de verre d'Iéna. Il se produit un mélange gazeux dont le volume est toujours assez voisin de 1 fois $\frac{1}{2}$ celui du gaz initial et est constitué par de l'oxygène et du fluorure de silicium dans les proportions indiquées dans le Tableau ci-dessous :

	I.	II.	III.
	cm³	cm³	cm³
Volume de gaz employé..........	11,8	16,7	20,5
Fluorure de silicium..............	10,2	13,9	21,1
Oxygène..........................	6,7	8,9	10,3

Ces résultats d'analyse d'un même gaz ne sont pas absolument concordants et, de plus, ils ne conduisent pas à la formule SeF^6. On pouvait supposer que tout le fluor ne se trouvait pas à l'état de fluorure de silicium et qu'une partie était retenue par le verre à l'état de fluorures métalliques. En traitant sur le mercure les cloches ayant servi à la chauffe par l'acide sulfurique, nous avons récupéré une certaine quantité de fluorure de silicium; mais dans aucun cas nous n'avons réussi à obtenir un volume total approchant d'une façon satisfaisante de celui exigé par un hexafluorure de sélénium.

Nous avons pensé que l'emploi de tubes de silice pure assurerait une

---

(1) Présentée dans la séance du 8 juillet 1907.

transformation complète du fluor en fluorure de silicium. Tout le fluor est transformé dans ce cas en fluorure de silicium et le sélénium en anhydride sélénieux. L'équation suivante exprime cette décomposition :

$$\underbrace{2\,SeF^6}_{4^{vol}} + 3\,SiO^2 = \underbrace{3\,SiF^4}_{6^{vol}} + 2\,SeO^2 + \underbrace{O^2}_{2^{vol}},$$

Les résultats obtenus se rapprochent sensiblement des nombres théoriques :

	I.	Théorie pour SeF^6.	II.	Théorie pour SeF^6.
	cm^3	cm^3	cm^3	cm^3
Volume du gaz initial..........	4,7	»	6,8	»
Volume après chauffe vers 1000°.	8,95	»	13,1	»
Fluorure de silicium..........	6,4	7,05	9,5	10,2
Oxygène....................	2,55	2,35	3,6	3,4

Il est à remarquer toutefois que la quantité d'oxygène trouvée est ici supérieure à la quantité théorique alors que le volume du fluor est trop faible.

Pour doser à la fois le fluor et le sélénium sur un même gaz, nous avons dû, après de nombreux essais infructueux, utiliser sa décomposition par le sodammonium en solution dans l'ammoniac liquide.

L'appareil employé pour ce dosage se compose d'un tube à essai en verre fermé par un bouchon rodé donnant passage à un tube central relié par un tube de plomb à un petit gazomètre placé sur la cuve à mercure. Ce bouchon portait en outre un tube latéral communiquant par un robinet à trois voies avec une trompe à mercure et un manomètre. On met dans le tube à essai un poids connu de sodium et, le vide étant fait dans l'appareil, on liquéfie sur ce sodium une quantité suffisante de gaz ammoniac pour former une solution assez étendue. Ce gaz est amené à l'aide du petit gazomètre cité plus haut, qui sert également à l'introduction d'un volume exactement mesuré de fluorure de sélénium. La solution de sodammonium étant refroidie à — 80°, on y fait lentement passer par aspiration le gaz, dont on entraîne les dernières traces par de l'ammoniac.

En dernier lieu on refroidit par l'air liquide de manière à condenser le gaz ayant pu échapper à la réaction. La tension de vapeur de la solution de sodammonium que l'on observe alors à — 80° doit être la même qu'avant l'introduction de l'hexafluorure. On laisse partir le gaz ammoniac, puis on procède à la destruction du sodium libre par l'action ménagée de l'eau, dont un excès donne une solution incolore, qui au contact de l'air abandonne du sélénium. Une analyse quantitative préalable a montré que cette solution renferme surtout du séléniure et du fluorure de sodium. Une petite quantité de sélénium se trouve à l'état de sélénite. Le sélénium du séléniure est précipité par un courant d'air prolongé et le sélénium du sélénite est dosé sous forme de sulfure. Enfin le fluor a été séparé et pesé à l'état de fluorure de calcium.

Nous avons obtenu les nombres suivants :

	Gaz de tête.	Portion moyenne.	Gaz de queue.	Théorie pour SeF^6.
Sélénium total	43,36	43,28	43,56	40,94
Fluor	55,73	55,69	55,10	59,06
	99,09	98,97	98,66	100,00

Ces résultats montrent que ces différents gaz possèdent une composition voisine de celle de l'hexafluorure. Toutefois il ressort de leur examen et de la présence du sélénite de sodium dans les produits de l'action du sodammonium, que les gaz sont mélangés d'une certaine quantité d'un oxyfluorure.

Cet oxyfluorure existant en plus forte proportion dans les dernières parties du fractionnement, si les points d'ébullition de cet oxyfluorure et de l'hexafluorure de sélénium sont très rapprochés, comme cela a lieu pour l'hexafluorure de soufre et le fluorure de sulfuryle (— 55° et — 52°), il devient fort difficile de les séparer par fractionnement.

Une purification sensible se produit par la manipulation prolongée du gaz au contact du verre et du mercure et on le constate par l'augmentation très nette de densité que subit le gaz. Un gaz ayant une densité de 6,40 possédait, après son passage à travers une trompe à mercure et une nouvelle purification, une densité de 6,68. L'oxyfluorure se détruisait donc le premier sous l'action lente du mercure et du verre et cette propriété expliquerait les résultats très satisfaisants que M. Prideaux [1] a obtenus dans ses déterminations physiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hexahydrobenzoylacétate d'éthyle.* Note de MM. **A. Wahl** et **A. Meyer**, présentée par M. A. Haller.

Depuis les belles recherches de MM. Sabatier et Senderens les composés à fonction simple de la série hexahydroaromatique sont devenus de véritables matières premières. Il nous a paru intéressant de préparer à partir de l'acide hexahydrobenzoïque des dérivés à fonction complexe et en particulier nous avons choisi les éthers hexahydrobenzoylacétiques; ces éthers β-cétoniques devant ultérieurement nous conduire à d'autres synthèses.

---

[1] Prideaux, *Chem. Society*, t. LXXXIX, 1906, p. 316.

Dans le dernier fascicule des *Berichte d. deutsch. chem. G.* (t. XL, p. 3055) ([1]), se trouve une Note de MM. Zelinsky et Schwedoff sur ce même sujet qui nous oblige à communiquer prématurément les résultats que nous avons obtenus jusqu'ici, quoiqu'ils soient incomplets.

L'acide hexahydrobenzoïque qui nous a servi dans cette recherche a été préparé au moyen du cyclohexanol; celui-ci est transformé en bromure de cyclohexyle, puis en bromure de cyclohexyle-magnésium par la réaction de Grignard et l'organomagnésien est traité par un courant d'anhydride carbonique sec. La transformation du cyclohexanol en bromure a déjà été réalisée par Bæyer (*Ann. Chem.*, t. CCLXXVIII, p. 107) en chauffant l'alcool avec HBr fumant en vase clos, et par M. Freundler (*Bull. Soc. chim.*, t. XXXV, p. 544) en traitant le cyclohexanol par le tribromure de phosphore.

Nous avons préparé le bromure de cyclohexyle par un procédé dont le principe nous a été indiqué par M. Darzens ([2]) et qui consiste à chauffer au bain-marie pendant quelques heures le cyclohexanol avec un léger excès de HBr fumant. La liqueur limpide se trouble bientôt et se sépare en deux couches; on achève le traitement à la manière habituelle et l'on obtient le bromure bouillant à 65° sous 22^{mm}, avec un rendement dépassant 75 pour 100.

La transformation de ce bromure en acide hexahydrobenzoïque se fait avec un rendement de 66 pour 100. Nous avons essayé de préparer les éthers hexahydrobenzoylacétiques par la condensation des éthers hexahydrobenzoïques avec les éthers acétiques sous l'influence du sodium métallique : c'est précisément la méthode qu'ont employée MM. Zelinsky et Schwedoff.

On a réussi jusqu'ici à condenser les éthers acétiques avec les éthers oxalique, benzoïque, phtalique à l'aide de sodium ou d'éthylate de sodium (Wislicenus, Claisen); au contraire, la condensation de l'acétate d'éthyle avec ses homologues de la série grasse, propionique, butyrique, etc., n'a fourni à M. Bœseken (*Rec. trav. Pays-Bas*, t. XV, p. 161) que des traces de dérivés β-cétoniques d'ailleurs impurs. Les éthers hexahydrobenzoïques qui, par leurs propriétés, sont si différents des corps aromatiques dont ils dérivent, s'en distinguent également par la difficulté avec laquelle ils se prêtent à la condensation de Claisen-Wislicenus; ils se rapprochent en cela des éthers de la série grasse.

La condensation de molécules égales d'hexahydrobenzoate et d'acétate d'éthyle bien secs par 1^{at} de sodium au bain-marie nous a fourni une faible quantité d'un corps bouillant à 140°-143° sous 25^{mm}, donnant à

([1]) Parvenu le 11 juillet.

([2]) Communication particulière.

l'analyse des chiffres voisins de ceux correspondant à l'*hexahydrobenzoylacétate d'éthyle* :

$$\begin{array}{ccc} CH^2 & & CH^2 \\ CH^2\langle & & \rangle CH-CO-CH^2-COOC^2H^5. \\ CH^2 & & CH^2 \end{array}$$

Dans cette opération, le rendement est très faible et il n'est pas meilleur dans le cas de la condensation des éthers méthyliques : l'*hexahydrobenzoylacétate de méthyle* bout à 140°-141° sous 23^{mm}. Ces corps possèdent une odeur des plus tenaces qui, lorsqu'elle est diluée, rappelle celle du cuir. Ces éthers possèdent les propriétés des éthers β-cétoniques : c'est ainsi qu'ils réagissent avec l'hydrate d'hydrazine en milieu hydro-alcoolique pour donner une combinaison cristallisée dont la composition correspond à la 3-*cyclohexylpyrazolone*-5

$$C^6H^{11}-CO-CH^2-COOC^2H^5+\begin{array}{c}NH^2\\|\\NH^2\end{array}=\begin{array}{l}C^6H^{11}-C-CH^2\\ \qquad\quad \| \quad\; |\\ \qquad\quad N \quad CO\\ \qquad\quad\; \diagdown\diagup \\ \qquad\quad\; NH\end{array}+H^2O+C^2H^6O.$$

Elle constitue des paillettes blanches fondant à 244°-245° sur Hg.

Enfin ces éthers, agités avec une solution aqueuse d'acétate de cuivre, fournissent des sels de cuivre bien cristallisés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures diazoïques sur les éthers acétylacétiques chlorés* γ. Note de M. **G. Favrel**, présentée par M. A. Haller.

Les éthers acétylacétiques nécessaires à cette étude, préparés soit par la méthode indiquée par M. Lespieau (1), soit par celle de MM. Picha, Doth, Weiss (2), ont été au préalable identifiés comme éthers γ-chlorés, par leur action sur la thio-urée (3).

$9^g,3$ d'aniline sont dissous dans un mélange de 25^{cm^3} d'acide chlorhydrique pur et 100^{cm^3} d'eau distillée. La solution acide de chlorhydrate d'aniline est alors additionnée de 100^{cm^3} de solution normale de nitrite de soude, en maintenant constamment à zéro,

(1) Lespieau, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 421.
(2) Picha, Doth et Weiss, *Monatshefte*, t. XXVII, 1906, p. 1245.
(3) Hantsch, *D. c. G.*, t. XXIII, 1891, p. 2339.

puis ensuite de 30g d'acétate de soude dissous dans 150$^{cm^3}$ d'eau, 15g,5 d'acétylacétate d'éthyle chloré-γ sont alors ajoutés à la solution de l'hydrate de diazobenzène ainsi obtenu et le tout est soumis à une agitation énergique pendant 2 heures, en maintenant toujours à zéro. Il se dépose ainsi un précipité jaune floconneux qui, après lavage et dessiccation, est dissous dans l'alcool chaud. Par refroidissement, il se sépare des aiguilles jaunes qui, après une deuxième cristallisation, fondent nettement à 92°-93° et ont le poids moléculaire et la composition centésimale de la phénylhydrazone 3 du chloro-1-butanedione-2.3-oate d'éthyle, dont la formation peut s'expliquer par l'équation suivante :

$$\begin{array}{l} CH^2Cl \\ | \\ CO \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CO^2C^2H^5 \end{array} + OH - Az = Az\,C^6H^5 = \begin{array}{l} CH^2Cl \\ | \\ CO \\ | \\ C = Az - Az\,H\,C^6H^5 \\ | \\ CO^2C^2H^5 \end{array} + H^2O.$$

En faisant réagir pendant longtemps la solution de chlorure de diazobenzène, faiblement alcalinisée par du carbonate de soude, sur le corps fondant à 92°-93°, on peut extraire du produit de la réaction un corps qui, après purification, fond à 117°-118°. Il est identique avec le diphénylformazyl-formiate d'éthyle

$$CO^2C^2H^5C\begin{array}{l} \diagup Az = Az\,C^6H^5 \\ \diagdown Az - Az\,H\,C^6H^5, \end{array}$$

déjà préparé par différents auteurs, en faisant réagir le chlorure de diazobenzène en solution alcaline, soit sur l'hydrazone du mésoxalate acide d'éthyle, soit même sur l'éther acétylacétique.

L'obtention de ce corps, dans de telles circonstances, vient à l'appui de la formule hydrazonique adoptée dans l'équation précédente.

La phénylhydrazone 3 du chloro-1-butanedione 2.3-oate d'éthyle fondant à 92°-93° est la seule stable des deux formes théoriquement possibles, car toutes les tentatives faites dans le but de transformer ce corps en un deuxième isomère ont échoué.

En substituant, dans la préparation précédente, au chlorure de diazobenzène, les chlorures des diazoorthotoluil, et le diazoparatoluil, on obtient :

L'*orthotoluilhydrazone* 3 du chloro-1-butanedione-2.3-oate d'éthyle, aiguilles jaunes très fines, peu solubles dans l'alcool; fondant à 121°-122°;

La *paratoluilhydrazone* 3 du chloro-1-butanedione-2.3-oate d'éthyle, poudre cristalline jaune orangé, soluble dans l'alcool; fondant à 96°-97°.

Dans les mêmes circonstances enfin, l'acétylacétate de méthyl γ-chloré et les chlorures diazoïques ont donné les corps suivants :

$$C^6H^5Az\,H - Az = \overset{\displaystyle CO^2CH^3}{\overset{|}{C}} - CO - CH^2Cl,$$ aiguilles jaunes fondant à 126°-127° ;

$$2\,CH^3 - C^6H^4 - Az\,H - Az = \overset{\displaystyle CO^2 - CH^3}{\overset{|}{C}} - CO\,CH^2Cl,$$ aiguilles très fines fondant à 158°-159°;

$$3\,CH^3 - C^6H^4Az\,H - Az = \overset{\displaystyle CO^2 - CH^3}{\overset{|}{C}} - CO - CH^2Cl,$$ fondant à 139°-140°.

En résumé la réaction est générale : les chlorures diazoïques, mis en présence des éthers acétylacétiques γ-chlorés, donnent les hydrazones 3 des éthers chloro-1-butanedione-2.3-oïques.

Si l'on remarque, d'autre part, que dans les mêmes conditions les éthers acétylacétiques α-chlorés donnent les hydrazones des éthers glyoxyliques chlorés [1], on voit qu'il résulte de là une méthode nouvelle permettant de distinguer les éthers acétylacétiques α-chlorés des mêmes éthers chlorés en γ, et venant s'ajouter à celle indiquée par M. Hantsch, basée sur l'action de la thio-urée sur ces éthers.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le triphénylcarbinol. Action des acides malonique et cyanacétique.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons précédemment établi que l'oxhydryle de certains carbinols [2] secondaires, diarylés, substitués, peut être directement remplacé, au moyen de l'acide malonique, tantôt par le radical propyldioïque $-\mathrm{CH}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{CO^2H}\\\mathrm{CO^2H}\end{matrix}\right.$, tantôt par le reste éthyloïque $-\mathrm{CH^2}-\mathrm{CO^2H}$:

$$(1)\qquad >\mathrm{CH}\,\boxed{\mathrm{OH}+\mathrm{H}}\,\mathrm{CH}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{CO^2H}\\\mathrm{CO^2H}\end{matrix}\right.=\mathrm{H^2O}+\quad >\mathrm{CH}-\mathrm{CH}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{CO^2H}\\\mathrm{CO^2H}\end{matrix}\right.,$$

$$(2)\qquad >\mathrm{CH.OH}+\mathrm{H.CH}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{CO^2H}\\\mathrm{CO^2H}\end{matrix}\right.=\mathrm{H^2O}+\mathrm{CO^2}+\;>\mathrm{CH}-\mathrm{CH^2}-\mathrm{CO^2H}.$$

Ces réactions s'accompagnent généralement d'une coloration, signe de la formation d'un terme intermédiaire instable. Elles conduisent à des produits de substitution diarylés en β des acides isosuccinique et propanoïque. Nouvelles pour les alcools, elles peuvent être rapprochées des réactions classiques des aldéhydes sur l'acide malonique :

$$(1)'\qquad -\mathrm{C}\overset{\diagup\mathrm{H}}{=}\mathrm{O}+\mathrm{H^2C}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{CO^2H}\\\mathrm{CO^2H}\end{matrix}\right.=\mathrm{H^2O}+\quad -\mathrm{C}\overset{\diagup\mathrm{H}}{=}\mathrm{C}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{CO^2H}\\\mathrm{CO^2H}\end{matrix}\right.,$$

$$(2)'\qquad -\mathrm{C}\overset{\diagup\mathrm{H}}{=}\mathrm{O}+\mathrm{H^2C}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{CO^2H}\\\mathrm{CO^2H}\end{matrix}\right.=\mathrm{H^2O}+\mathrm{CO^2}+-\mathrm{C}\overset{\diagup\mathrm{H}}{=}\mathrm{CH}-\mathrm{CO^2H}.$$

---

(1) Favrel, *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902.

(2) Xanthydrol, dinaphtopyranol, benzhydrols substitués par les groupements :

$$\mathrm{CH^3}-\mathrm{O}-,\qquad \mathrm{CH^2}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{O}-\\\mathrm{O}-\end{matrix}\right.,\qquad \begin{matrix}\mathrm{CH^3}\\\mathrm{CH^3}\end{matrix}\!\!>\mathrm{N}-.$$

Nous avons pensé que le triphénylcarbinol se conduirait vis-à-vis de l'acide malonique comme les alcools précédemment étudiés, en vertu de la mobilité de son oxhydryle, établie par les belles recherches de MM. Bæyer et Villiger. L'expérience a vérifié cette prévision.

Action de l'acide malonique. — Cet acide transforme intégralement le triphénylcarbinol en acide triphényl-β^3-propionique de Henderson

$$(3)\qquad (C^6H^5)^3{\equiv}C.OH + H.CH{<}{CO^2H \atop CO^2H} = H^2O + CO^2 + (C^6H^5)^3{\equiv}C.CH^2.CO^2H.$$

Une coloration rouge orangé intense se déclare dès qu'on chauffe le mélange des composants; elle s'affaiblit progressivement avec la durée de la réaction. Finalement on obtient un produit peu coloré, entièrement soluble dans les alcalis. La cause de cette coloration est, sans doute, due à l'existence d'un composé intermédiaire instable.

Action de l'acide cyanacétique. — Par analogie avec la réaction précédente, on pouvait espérer que l'acide cyanacétique se conduirait vis-à-vis du triphénylcarbinol d'après (4),

$$(4)\qquad (C^6H^5)^3{\equiv}C.OH + H.CH{<}{CN \atop CO^2H} = H^2O + (C^6H^5)^3{\equiv}C.CH{<}{CN \atop CO^2H}.$$

Au lieu d'un seul acide, nous en avons isolé deux, isomériques, possédant tous deux la formule brute $C^{22}H^{17}O^2N$ de l'acide triphénylméthylcyanacétique attendu, engendré d'après (4). Nous les nommons : *acides triphénylméthylcyanacétiques* A *et* B et représentons par (5) leur formation

$$(5)\qquad \left\{\begin{array}{l} (x+y)\left((C^6H^5)^3{\equiv}C.OH\right) + (x+y)\left(CH^2{<}{CN \atop CO^2H}\right) \\ = (x+y)\,H^2O + x\,\underbrace{C^{22}H^{17}O^2N}_{\text{Acide A.}} + y\,\underbrace{C^{22}H^{17}O^2N}_{\text{Acide B.}} \end{array}\right.$$

A ces deux acides isomériques correspondent deux produits de décarboxylation isomériques, ayant la même formule brute $C^{21}H^{17}N$ que le triphénylpropanenitrile 1.1.1.3 provenant de la décarboxylation de l'acide triphénylméthylcyanacétique normal d'après (6),

$$(6)\qquad (C^6H^5)^3{\equiv}C.CH{<}{CN \atop CO^2H} = CO^2 + (C^6H^5)^3{\equiv}C.CH^2CN.$$

Nous les désignerons par les noms de corps azotés A et B et représenterons par (7) la réaction qui leur donne naissance

$$(7) \qquad \underbrace{C^{22}H^{17}O^{2}N}_{\text{Acide A ou B.}} = CO^{2} + \underbrace{C^{21}H^{17}N}_{\text{Corps azoté A ou B.}}$$

Un mélange de triphénylcarbinol et d'acide cyanacétique, légèrement chauffé, prend une coloration rouge orangé intense. La nature des corps formés varie avec la température, la durée de la réaction, la proportion des composants. Dans ces conditions déterminées, nous avons obtenu : 1° un acide azoté $C^{22}H^{17}O^{2}N$ (F. av. déc. Hg v. 175°); 2° un corps azoté $C^{21}H^{17}N$ (F. Hg vers 140°). Ce dernier ne différant de l'acide que par CO^{2} semblait, *a priori*, devoir être son produit de décarboxylation. Il n'en est rien. En effet, l'acide décarboxylé produit un corps de formule $C^{21}H^{17}N$ (F. Hg v. 211°) isomérique, mais non identique au corps $C^{21}H^{17}N$ (F. Hg v. 140°). A la suite de cette constatation, nous avons pensé, et l'expérience l'a démontré, que le corps (F. 140°) provenait d'un acide instable. Nous avons réussi à l'isoler. Après quelques essais nous avons pu transformer intégralement le triphénylcarbinol en un mélange des deux acides A et B.

L'acide triphénylméthylcyanacétique A, $C^{22}H^{17}O^{2}N$, a été analysé, titré, cryoscopé. Il cristallise avec 1^{mol} d'éther qu'il perd par un long séjour dans le vide vers 60°-70°. Sec, il fond en se décomposant sur le Hg vers 155° en produisant le corps A, $C^{21}H^{17}N$ (F. Hg vers 140°). Il est plus soluble dans les dissolvants usuels et moins stable que l'acide B. Son sel de sodium en solution alcoolique, chauffé au bain-marie, subit une curieuse décomposition en carbonate alcalin et corps azoté A.

L'acide triphénylméthylcyanacétique B, $C^{22}H^{17}O^{2}N$, a été analysé, titré, cryoscopé. Il fond sur Hg vers 175° en se décomposant. Le liquide provenant de la fusion se solidifie en une substance fondant avec sublimation sur Hg vers 211°. C'est le corps B.

Le corps B, $C^{21}H^{17}N$, traité par la méthode d'hydrolyse des nitriles de M. L. Bouveault, a rompu sa molécule en donnant naissance au triphénylcarbinol.

Le corps A, $C^{21}H^{17}N$, s'est lentement dissous dans $SO^{4}H^{2}$ à 90 pour 100, au bain-marie. La solution additionnée d'eau et de soude n'a abandonné aucun précipité.

Dans l'état actuel de nos recherches, nous ne pouvons que faire des hypothèses sur la nature de l'isomérie des deux acides triphénylméthyles cyanacétiques et leur produit de décarboxylation. Il est possible que cette isomérie provienne d'une tautomérisation triphénylméthanique, analogue à celle découverte et étudiée par MM. Kehrmann et Wentzel; Gomberg; Schmidlin.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche des graisses étrangères dans le saindoux.* Note de M. **Alexandre Leys**, présentée par M. A. Haller.

L'addition d'huile à la graisse de porc est fréquente, mais la fraude dans ce cas n'est pas toujours aussi simple. Le mélange s'est appauvri en glycérides concrets et pour le remonter le fraudeur a recours aux graissses étrangères.

La recherche de l'huile ne présente pas de difficultés particulières; mais, pour caractériser la graisse étrangère, le chimiste n'a à sa disposition que l'examen microscopique.

La méthode que nous allons décrire lui sera dans ce cas d'une aide précieuse.

Quand on dissout les matières grasses dans certains solvants en proportions voulues pour obtenir une grande dilution, la majeure partie de celles-ci reste en solution et seuls les glycérides les moins solubles cristallisent par refroidissement. Quelque précaution que l'on prenne ces derniers entraînent toujours de l'oléine.

Cependant il serait intéressant de comparer leur point de fusion. Ces dépôts ont une constitution différente suivant les graisses sur lesquelles on opère et de ce chef ils pourraient servir d'estampille aux corps gras.

La condition indispensable serait d'obtenir des glycérides concrets privés d'oléine dont l'entraînement fausse les résultats.

Nous avons trouvé dans l'acide acétique cristallisable tenant en solution de l'acétate mercurique un milieu solvant qui nous a permis de résoudre le problème.

Nous avons étudié l'action de ce mélange vis-à-vis des corps non saturés, spécialement des éthers glycériques.

Elle se résume dans une fixation lente d'oxygène sur la double liaison avec production d'acétate mercureux. Mais, au début de la réaction, on constate, en outre, que le milieu présente une très grande attraction pour les corps non saturés.

Quand on y dissout un corps gras, l'oléine semble contracter une combinaison spéciale avec l'acétate mercurique, qui la maintient énergiquement en solution, et les glycérides concrets, en s'en séparant par refroidissement, en sont pratiquement exempts.

Mode opératoire. — Dans une fiole conique à large ouverture, on pèse 2^g du corps

gras. On y ajoute 4g d'oxyde mercurique et 50^{cm^3} d'acide acétique cristallisable et, après avoir surmonté la fiole d'un réfrigérant ascendant, on chauffe à l'ébullition sur une plaque d'amiante. On maintient cette ébullition pendant 5 minutes, puis retire du feu et on laisse refroidir pendant 2 heures.

L'acétate mercureux cristallise et les glycérides concrets se séparent. On réchauffe alors à 50° au bain-marie et l'on ajoute 50^{cm^3} d'alcool absolu. On mélange bien et on laisse reposer toute une nuit pour permettre aux glycérides de se séparer à nouveau.

Le lendemain on jette le tout sur un petit filtre et on lave à 100^{cm^3} d'alcool absolu. On laisse le filtre se dessécher à l'air libre, puis on l'épuise par 50^{cm^3} de benzine qui entraîne la matière grasse en laissant sur le filtre l'acétate mercureux. On évapore la solution benzénique au bain-marie et le corps gras obtenu est porté 12 heures dans un endroit frais. Il ne reste plus qu'à prendre le point de fusion sur le bain de mercure.

En soumettant à ce traitement les graisses les plus usuelles on peut faire les remarques suivantes :

1° L'indice d'iode de ces glycérides concrets est négligeable, car on obtient 0,6 à 0,7 pour 100g;

2° Leur constitution reste invariable quand on augmente la proportion du solvant. C'est l'indice d'une solubilité à peu près identique des différents glycérides qui constituent ces mélanges;

3° Le point de fusion de pareils dépôts est constant pour une graisse animale déterminée, quelles que soient les parties dont elle provienne. Leur poids seul est variable.

Cette constance est particulière aux graisses provenant spécialement du corps des animaux. Au contraire, un corps gras dont la production dépend de phénomènes physiologiques intermittents, comme la graisse du lait, présente une certaine variation. Enfin, pour les graisses végétales d'une espèce déterminée, ce point de fusion présente des différences avec la variété et le lieu d'origine.

Voici les points de fusion des glycérides concrets obtenus avec les principales matières grasses :

Graisse de bœuf	55°,8 à 56°,2
Graisse de veau	53 à 53,4
Graisse de mouton	57,4
Graisse de cheval	53
Oléomargarine	52,6
Graisse de porc	60,4 à 60,8
Graisse de lait de vache	48 à 50,6
Beurre marchand	49 à 52
Beurre de cacao	55,8 à 58,8
Beurre de coco	Absence de glycérides concrets
Margarine de coton	55,8

Conclusions. — On peut mettre à profit dans l'analyse des saindoux la constance du point de fusion des glycérides concrets de la graisse de porc comme aussi son élévation par rapport aux autres graisses.

Tout saindoux traité suivant la méthode que nous venons de donner et qui présentera pour ses glycérides concrets un point de fusion inférieur à 60° sera considéré comme suspect.

Nous donnerons dans un autre recueil les développements de ce travail et nous montrerons en outre :

1° Que la simple addition d'huile à un saindoux authentique ne change pas le point de fusion de ses glycérides concrets et n'en diminue que le poids ;

2° Que dans un mélange de saindoux avec une autre graisse on trouve pour point de fusion des glycérides concrets le point le plus bas, c'est-à-dire celui qui appartient à la graisse étrangère.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Le partage des principes odorants dans la plante.* Note ([1]) de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

Tandis qu'en étudiant la menthe poivrée il a été constaté que la menthone s'accumulait dans l'essence des sommités florifères, nous avons observé que l'essence de feuilles d'absinthe était plus riche en thuyone que l'essence d'influorescences. Nos études sur la migration des composés odorants de la feuille vers l'inflorescence nous ont permis d'expliquer ce fait en établissant que la thuyone est moins soluble que les autres principes constitutifs de l'essence d'absinthe.

Dans une précédente Note ([2]) nous avons indiqué les résultats de l'extraction de l'huile essentielle des principaux organes de la verveine (*Verbena triphylla* L.) à des époques différentes du développement de la plante. L'étude comparative de la composition de ces essences, et aussi des portions solubles ou insolubles dans les eaux de distillation, nous permettra de constater encore que la question de solubilité relative intervient comme un facteur important dans le partage des composés odorants entre les divers organes de la plante, et en particulier entre l'inflorescence et les parties vertes.

Avant de faire connaître nos principaux résultats analytiques, nous devons rappeler que l'essence de verveine renferme du *myrcène*, $C^{10}H^{16}$, du *géraniol*, $C^{10}H^{18}O$, du *citral*, $C^{10}H^{16}O$ (aldéhyde correspondant au géraniol), de la *verbénone*, $C^{10}H^{16}O$.

([1]) Présentée dans la séance du 8 juillet 1907.

([2]) Charabot et Laloue, *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 808.

Premier stade (16 septembre 1905 : Floraison). — La quantité d'essence de racines et d'essence de tiges était insuffisante pour permettre l'analyse de ces produits. Voici les résultats obtenus avec les essences de feuilles et d'inflorescences :

	Essence de feuilles.			Essence d'inflorescences.
	Essence séparée par décantation.	Partie extraite des eaux.	Essence complète.	Essence complète.
Éthers	3,4 %	3,6 %	3,5 %	3,2 %
Alcool total	16,3	27,0	19,2	16,3
Alcool combiné / Alcool total	17/100	10/100	15/100	15/100
Citral	32,5 %	43,2 %	35,4 %	53,4 %

	Poids des divers composés terpéniques contenus dans		
	les feuilles d'un pied.	les inflorescences d'un pied.	un pied entier.
Éthers	9 mg	3 mg	»
Alcool libre	40	11	»
Alcool total	47	13	»
Citral	86	41	127 mg à 145 mg

Deuxième stade (2 octobre 1905 : *Après la formation des graines*). — Nous avons obtenu les nombres suivants :

	Essence de feuilles.			Essence d'inflorescences.
	Essence séparée par décantation.	Partie extraite des eaux.	Essence complète.	Essence complète.
Éthers	3,1 %	2,7 %	3,0 %	5,2 %
Alcool total	18,6	18,8	18,7	23,3
Alcool combiné / Alcool total	13/100	11/100	12/100	18/100
Citral	28,1 %	45,9 %	34,7 %	38,3 %

	Poids des divers composés terpéniques contenus dans			Variations entre le premier et le deuxième stade dans		
	les feuilles d'un pied.	les inflorescences d'un pied.	un pied entier.	les feuilles d'un pied.	les inflorescences d'un pied.	un pied entier.
Éthers	6 mg	3 mg	»	— 3 mg	— 0 mg	»
Alcool libre	32	11	»	— 8	— 0	»
Alcool total	36	13	»	— 11	— 0	»
Citral	67	21	88 mg à 129 mg	— 19	— 20	— 57 mg à — 7 mg

Conclusions. — Les nombres inscrits dans ces différents Tableaux montrent tout d'abord que *l'essence d'inflorescences est plus riche en citral que l'essence de feuilles et qu'il en est de même de la portion restant en dissolution dans les eaux par rapport à la partie qui s'en sépare.* En d'autres termes, et c'est à une observation analogue qu'avaient conduit nos études précédentes, l'essence d'inflorescences possède la composition d'un produit plus soluble que l'essence de feuilles. C'est donc bien à un caractère d'insolubilité relative qu'il fallait attribuer, chez l'absinthe, l'accumulation, dans les organes verts, de la thuyone, produit d'oxydation de l'alcool terpénique.

A l'acte de la fécondation correspond, pour l'essence d'inflorescences, un enrichissement en éthers et une diminution de la teneur en citral. Tenant compte de ce fait que les transformations chimiques qui s'opèrent dans la plante tendent à accroître la proportion de citral, on est fondé à conclure que c'est principalement sur cette aldéhyde que porte la consommation observée. Par conséquent l'apparition, le partage et le séjour des matières odorantes dans la verveine paraissent régis par le mécanisme suivant : le géraniol, formé en premier dans les organes verts, s'éthérifie partiellement et se transforme aussi, par oxydation, en citral. Une fraction relativement soluble de l'essence des parties chlorophylliennes gagne, par osmose, les inflorescences où apparaît en conséquence une huile essentielle plus soluble que celle qui reste dans la feuille.

Les réactions de la fleur favorisent la transformation de l'alcool en citral et contribuent à augmenter ainsi la proportion d'un produit relativement soluble. Mais, dans l'inflorescence, la destruction des principes odorants fournit une partie de l'énergie nécessaire pour produire le travail de la fécondation. Et c'est principalement le citral qui disparaît, probablement par voie d'oxydation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Oxydation de l'oxyhémoglobine.*

Note de M. I. **Szreter**, présentée par M. E. Roux.

On sait que le sang traité par des quantités suffisantes d'un réactif oxydant tel que le ferricyanure de potassium ou le nitrite de soude subit un changement de coloration, la teinte rouge virant au brun ; si à ce moment on examine la solution au spectroscope on constate que le spectre normal des solutions de sang est modifié. Les trois bandes caractéristiques $\lambda = 634$,

$\lambda = 575$ et $\lambda = 535$ ont disparu, il n'en subsiste qu'une dans le rouge à $\lambda = 597$. Cette perturbation dans le spectre atteste la profonde modification apportée par les agents oxydants dans la structure moléculaire de l'oxyhémoglobine.

En étudiant les altérations du pigment des hématies sous l'influence des oxydants j'ai pu isoler une substance caractérisée par sa teneur en fer et représentant bien une étape dans la dégradation méthodique de la matière colorante.

La matière première employée dans ce travail est l'oxyhémoglobine cristallisée du sang de cheval préparée par la méthode de MM. Piettre et Vila ([1]). L'eau oxygénée est la substance oxydante qui m'a donné les meilleurs résultats. Employée à froid elle transforme le pigment sans lui apporter de résidus embarrassants et donne finalement une liqueur limpide, incolore, dépourvue de toute propriété spectroscopique et renfermant les produits dissous de l'oxydation.

On solubilise dans 750^{cm^3} d'eau tiède 100^g environ d'oxyhémoglobine cristallisée fraîchement préparée, la liqueur rouge foncé filtrée est reçue dans un vase cylindrique de 3^l de capacité.

Afin de prévenir la formation des mousses qui se produisent lorsqu'on verse brusquement l'eau oxygénée sur des solutions de cette nature, j'ai fait tomber goutte à goutte le réactif (eau oxygénée à 12^{vol} par litre) dans un tube à entonnoir pénétrant jusqu'à la partie inférieure de la solution d'oxyhémoglobine. Près de 2^l sont nécessaires pour décolorer la quantité mise en œuvre, et il faut agiter le plus fréquemment possible, afin de régulariser l'oxydation dans la masse liquide.

Pendant cette opération, qui dure plusieurs jours et qui reste aseptique, on constate un dégagement faible mais continu d'acide carbonique.

Le rendement, à partir de 100^g d'oxyhémoglobine humide, atteint 40^g de matière oxydée sèche.

C'est une poudre amorphe, sensiblement blanche, très hygroscopique. Elle donne une coloration rouge à la réaction du biuret. En solution dans l'eau, elle ne précipite pas par les acides minéraux concentrés et n'est plus coagulable par la chaleur. Les alcools forts la précipitent en flocons incolores; les sels neutres, le ferrocyanure de potassium, l'acide métaphosphorique et les réactifs d'alcaloïdes agissent de même.

Des essais colorimétriques ont été parallèlement effectués avec le ferrocyanure de potassium sur des solutions de la substance et sur des liqueurs préparées en solubilisant les cendres d'un même poids de cette matière organique ferrugineuse. Les différences de teinte observées montrent nettement qu'une partie du fer est retenue par la matière organique.

([1]) *Comptes rendus*, 6 février 1905.

L'analyse chimique de ce produit m'a donné les chiffres suivants :

Matière minérale totale :

3,36 pour 100;

	I.	II.
Fer	0,49	0,47

Matière organique :

	I.	II.
Carbone	41,18	41,46
Hydrogène	6,39	6,2
Azote	14,16	13,89

Ces premiers résultats montrent qu'il est possible d'obtenir des produits biologiques ferrugineux en dehors des procédés synthétiques employés jusqu'ici.

Jusqu'à présent, ces recherches ont laissé voir qu'une partie du fer était engagée sous forme de sel minéral.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude des eaux-de-vie des Charentes*. Note de MM. E. **Kayser** et A. **Demolon**, présentée par M. L. Maquenne.

En ensemençant des moûts de Folle blanche dans des ballons de 8^{l}, remplis à moitié, avec une levure pure isolée des lies charentaises et en abandonnant le vin obtenu au vieillissement de 4 à 8 mois, nous avons obtenu des phénomènes d'oxydation intenses, mis en lumière par l'analyse des eaux-de-vie correspondantes.

Vendanges	1903.		1905.			
Cépages	Mélange Colombard +Folle blanche.	Folle blanche.	Folle blanche.		Eaux-de-vie de Cognac d'après Rocques.	
Vieillissement	8 mois.		1 mois.	4 mois.	Moyenne.	Maximum.
	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Pour 100 d'alcool à 100° : Acides	36,9	14,7	12,0	48,8	66,16	205,31
Aldéhydes	448,7	434,8	391,8	792,0	22,61	49,99
Furfurol	0,8	1,2	1,5	0,9	1,88	2,74
Éthers	47,3	55,8	50,4	88,7	143,45	198,34
Alcools supérieurs	589,7	396,0	366,0	342,1	191,15	304,54
Coefficient *non alcool*	1123,4	902,5	821,7	1272,5	425,25	633.86

Le coefficient *non alcool*, calculé suivant l'habitude, est de deux à trois fois égal à la moyenne et double du maximum indiqué par M. Rocques. Cette différence tient principalement aux aldéhydes et aux alcools supérieurs. Nous nous sommes attachés à préciser les conditions de formation de ces divers produits qui intéressent le vieillissement des eaux-de-vie.

Les aldéhydes ont augmenté beaucoup plus rapidement que dans le vieillissement des eaux-de-vie en fût. Rœser, Rayman et Kruis ont déjà montré le rôle des levures dans leur production. L'expérience nous a prouvé que la levure vivante était l'agent essentiel du phénomène d'aldéhydification intense constaté. L'addition d'antiseptiques capables de la tuer (fluorure d'ammonium, bichlorure de mercure) a eu pour résultat de rendre l'oxydation insignifiante, malgré le large contact du liquide avec l'air.

Pour 100 d'alcool à 100°.	Distillé après 6 mois.		Distillé après 38 jours.	
	Additionné de fluorure au bout d'un mois.	Non additionné.	Additionné de bichlorure au bout de 13 jours.	Non additionné.
Aldéhydes...	57,6 mg	707,0 mg	95 mg	376 mg
Éthers......	228,8	126,7	90,8	76,1

Il semble donc qu'il faut considérer comme agent actif de l'oxydation de l'alcool la levure aérobie qui s'est développée au voisinage de la surface, formant un anneau le long des parois du ballon; la levure, déposée au fond sous forme de lie, n'intervient très probablement pas. Il semble y avoir antagonisme entre la production par la levure des deux phénomènes d'aldéhydification et d'éthérification : le minimum d'éthers correspond toujours au maximum d'aldéhydes dans un même milieu, comme si les conditions favorables aux deux phénomènes étaient différentes. Ainsi s'explique que nous ayons trouvé dans nos eaux-de-vie des doses d'éthers très inférieures à la moyenne. D'ailleurs l'éthérification d'ordre purement chimique se superpose à celle produite par la levure sans être influencée par les mêmes circonstances, et progresse régulièrement avec le temps.

Étudiant l'influence de la lumière, nous avons reconnu que l'obscurité favorise la production des acides volatils, tandis que la lumière favorise celle des alcools supérieurs dont la proportion marche d'ailleurs de pair avec la teneur alcoolique du liquide fermenté.

	Folle blanche 1905. — 4 mois.		Raisins de Champagne 1905. — 26 jours (dans le vin).	
	Lumière.	Obscurité.	Lumière.	Obscurité.
Acides volatils	37mg,2	48mg,8	0mg,410	0mg,612
Alcools supérieurs......	421mg,2	342mg,1	107mg	38mg

Ce parallélisme ressort de plusieurs expériences faites dans des conditions variées. Plus la levure se multiplie, plus la fermentation est active et plus la proportion d'alcools supérieurs augmente. Une levure de Champagne et une autre de Charente ont donné à ce point de vue sensiblement les mêmes résultats, ce qui montre que la question de race est secondaire. Toutes les levures à l'état pur peuvent donner des alcools supérieurs comme l'ont définitivement établi les récents travaux d'Ehrlich et Pringsheim.

C'est la composition du milieu qui présente la plus grande importance pour la proportion d'alcools supérieurs obtenue. Aucun milieu artificiel ne nous en a donné autant que les moûts de raisins provenant des cépages de Charente utilisés en vue de la production des eaux-de-vie. Tous les résultats suivants ont été obtenus avec la levure *a'* de Charente.

Nature du milieu.	Durée de la fermentation ou du vieillissement.	Alcools supérieurs pour 100 d'alcool à 100°.
Folle blanche. (1903)	8 mois	mg 589,7
Colombard + Folle blanche. (1903)	8 mois	396,0
Follle blanche 1905	1 mois	366,0
Follle blanche 1905	4 mois	342,1
Raisins de Champagne 1905	26 jours	107
Raisins secs	id.	92
Milieux artificiels. 2 pour 100 de peptone	18 jours	300
Milieux artificiels. 0,5 »	18 jours	235
Milieux artificiels. Sans peptone	18 jours	87
Milieux artificiels (même richesse en azote dans les deux cas). Maltopeptone.	28 jours	70
Milieux artificiels (même richesse en azote dans les deux cas). Leucine	28 jours	235

Dans le cas de fermentations pures les alcools supérieurs n'augmentent pas avec le temps; mais si les bactéries interviennent on sait qu'il en est autrement (Lindet).

Faut-il rattacher la production des alcools supérieurs à la multiplication de la levure ou à sa fonction zymotique? Nous préférons adopter la première hypothèse. En présence de fortes doses de peptone, qui favorisent la

multiplication de la levure, on augmente beaucoup la quantité d'alcools supérieurs. Dans d'autres circonstances, nous avons également constaté que cette quantité variait comme le poids de levure récolté. Par contre l'addition d'asparagine, qui augmente la rapidité de la fermentation en diminuant le rendement en levure (Kusserow), diminue la proportion d'alcools supérieurs comme l'ont constaté avant nous Ehrlich et Pringsheim. Enfin, en ensemençant deux ballons identiques, l'un en masse, l'autre faiblement, nous avons obtenu des quantités d'alcools supérieurs semblables. Or la fermentation fut beaucoup plus active dans le premier cas et la disparition du sucre fut poussée beaucoup plus loin, ce qui correspond à une sécrétion de zymase plus abondante. Par contre on peut admettre que la levure s'est reproduite à peu près de la même manière dans les deux cas.

GÉOLOGIE. — *Les formations néovolcaniques antérieures au Miocène dans le nord-ouest de la Sardaigne.* Note de M. **Deprat**, transmise par M. Michel Lévy.

La période miocène a été précédée en Sardaigne par d'importantes manifestations volcaniques, comme je l'ai déjà indiqué ([1]). Je ne puis ici donner qu'un très rapide résumé de mes observations, me réservant de les développer dans un Mémoire étendu en préparation. Les formations en question couvrent une grande partie des territoires des feuilles : Alghero, Porto-Torres, Sassari, Bonorva.

I. *Rhyolites.* — Les premières éruptions de l'ère tertiaire furent marquées par l'émission de rhyolites qui, dans l'Anglona, se montrent sinon antérieures, du moins au plus contemporaines de l'Aquitanien. Visibles près de Villalba, ces roches accompagnées de tufs contiennent de la *biotite* et de l'*augite* et, outre la sanidine, des phénocristaux d'*oligoclase-andésine*. Dans la région de Bonorva, des roches voisines des précédentes prédominent dans l'espace compris entre les plateaux basaltiques de Campeda, du R. Mannu et Ozieri, formant d'immenses plateaux régulièrement inclinés vers l'Ouest et couverts, entre Mores et Bonorva, par les basaltes des plateaux, les laves récentes des volcans du Logudoro ou le Miocène. Ce sont des rhyolites à *biotite* et *ægirinaugite*. On peut en recueillir de beaux échantillons bruns, à texture fluidale dans le deuxième temps très vitreux, sur le flanc ouest de Monte Donna, à Ponta Tattoi, Ponta Coronas, Monte s'Archessi, etc. On les retrouve au fond du Compu

---

([1]) J. Deprat, *Sur les rapports entre les terrains tertiaires et les roches volcaniques dans l'Anglona* (Sardaigne) (*Comptes rendus*, 14 janvier 1907).

Giavesu, subordonnées aux andésites hypersthéniques de la Catena de Cossoïne. La roche franche s'observe plus rarement que les tufs et cinérites très abondants dans lesquels elle est interstratifiée.

Au sud de Pozzomaggiore, dans la vallée du R. Sa puntigia, j'ai trouvé des rhyolites [1] très différentes des précédentes, à pâte plus ou moins microgranulitique, rappelant beaucoup les rhyolites sodiques de San-Pietro (Comendite de Bertolio) et contenant une amphibole brune à peu près entièrement épigénisée par des produits ferrugineux. L'ensemble de ces roches ne se montre en relations avec aucun appareil volcanique bien défini, malgré leur importance; l'invasion de la mer miocène a tout dévasté.

II. *Trachytes, trachyandésites, andésites.* — La plus grande part de l'Anglona, ainsi que toute la région montagneuse dont Villanova-Monteleone est le centre, est occupée par des roches moins acides que les précédentes, disposées en immenses *pianures* à pente souvent régulière sur une superficie considérable et formées par un système complexe de tufs, cinérites avec conglomérats volcaniques et coulées alternant. La description de ces formations sera faite ultérieurement et je me bornerai ici à donner les conclusions auxquelles mes recherches m'ont conduit : j'ai pu reconnaître l'existence d'un centre volcanique d'une puissance considérable, identique aux grands volcans actuels de Java, circonscrit par la région granitique de la Gallura, les chaînes cristallines et schisteuses de la région centrale, l'emplacement du futur groupe du Ferru, la mer et la chaîne de la Nurra. L'invasion de la mer miocène et les effondrements si nets qui, plus tard, découpèrent ce système, en ont fortement modifié l'aspect primitif, que l'on peut cependant facilement reconstituer par une étude approfondie, malgré les couvertures locales de calcaires miocènes, de laves plus récentes ou la large zone d'effondrement du Compu d'Ozieri. Que l'on parcoure l'Anglona ou la région de Monteleone entre Bosa et Itteri, on reverra toujours des formations identiques [2].

Ce grand centre volcanique, analogue aux colosses de la Sonde, semblable par exemple au Semeroe, donna surtout des productions tufacées ou d'épaisses couches de cinérites et de lapillis ponceux, accompagnées de magnifiques conglomérats volcaniques comme ceux que l'on peut observer à Putifigari, près de Villanova, et du reste un peu partout. Les laves, moins abondantes que les produits de projection, furent au début des trachyandésites voisins des trachytes; on observe même des trachytes et tufs trachytiques à *augite* et *biotite* (Chirralza, Perfugas, dans l'Anglona, Cantoniera Mudeggiu, etc.), puis des formes un peu moins acides et enfin des andésites franches.

Le type dominant, trachyandésitique, est soit micacé, soit augitique et un peu hypersthénique; l'hypersthène devient de plus en plus abondant avec les formes plus récentes et plus basiques (andésites de la Catena de Marghine, de Cossoïne, du Monte Pirralzu, de Casa Soteluna sous Villanova, etc.). Le type principal est en relation avec

---

(1) Entrevues par Dœlter, *Der Vulkan Monteferru auf Sardinien* (*Akad. d. Wissensch. Wien,* juillet 1877)

(2) Je rattache au même type les formations les plus anciennes du Monte Ferru (Rio Mammine, Rio Bia Josso).

des formes très vitreuses, noires ou brunes, fluidales, en filonnets [1], également hypersthéniques et micacées.

Il faut mettre à part comme un type un peu spécial le trachyandésite à hornblende de la chaîne de Castello Bonvéi et de Monte Au. Ce massif aux formes particulièrement aiguës doit représenter un vaste laccolithe actuellement déchaussé par l'érosion, intrusif dans la masse des cinérites et des roches antérieures [2]. La direction d'allongement Nord-Sud de ce massif est parallèle aux grandes dislocations qui se prolongent comme je l'ai déjà montré ailleurs, jusque dans l'Anglona.

III. *Andésilabradorites, labradorites.* — Les derniers produits rejetés sont des andésites basiques et des andésilabradorites comme celles d'Osilo et la coulée supérieure du plateau de Minerva; ces roches sont augitiques, comprenant les labradorites augitiques de la chaîne Monte Figuladda-Monte Rughe [3], au sud de Pozzomaggiore et les labradorites augitiques à olivine, pauvres en hypersthène d'entre Ploaghe et Nulvi [4].

Je passe sous silence les variétés nombreuses et les types de texture que j'aurai à décrire. Je tiens principalement à faire ressortir l'existence en Sardaigne, antérieurement au Miocène (Burdigalien), d'un puissant centre volcanique homogène formant un vaste volcan surbaissé de type acide, analogue aux grands volcans actuels de la Sonde, donnant principalement naissance à des produits de projection et des coulées boueuses avec conglomérats, évoluant ensuite peu à peu vers un type plus basique. Mais alors les coulées prédominèrent sur les produits de projection et apparurent surtout à la périphérie du volcan, sans doute après une pause assez longue, par des ouvertures secondaires, le centre volcanique principal étant en voie d'extinction. Postérieurement le volcan fut en grande partie ruiné par la transgression miocène et plus tard encore des effondrements considérables achevèrent de le disloquer.

---

(1) M. Millosevich a observé sur la feuille de Porto-Torrès des types identiques (*Reale Accad. dei Lincei*, 5e série, 1er semestre, 7 avril 1907).

(2) Le filon de Monte Tilepre (andésite à hornblende) en est une variation plus basique.

(3) Indiqué par Dœlter (*op. cit.*, voir *ante*), comme basalte récent.

(4) Toutes ces roches sont à l'état de galets roulés à la base du Miocène dans le Burdigalien.

GÉOLOGIE. — *Observations nouvelles sur les terrains carbonifériens de l'Extrême-Sud-Oranais.* Note de M. **G.-B.-M. Flamand**, présentée par M. R. Zeiller.

Les terrains carbonifériens du Sahara et du Sud-Oranais ont donné lieu, depuis quelques années, à des publications déjà nombreuses; en ce qui concerne la dernière région, on y a reconnu l'existence de grandes zones constituant les Djebels Béchar, Mezarif, etc., et qui, d'après la faune recueillie, appartiennent toutes au *Dinantien*. M. le Professeur Bureau y a, en outre, d'après les récoltes du Lieutenant Poirmeur, signalé la présence de *Lepidodendron Veltheimianum* (Sternb.) et de *Stigmaria ficoides* (Brong.); ce savant considère ces végétaux comme appartenant au *Culm*; il indiquait judicieusement que les recherches futures devraient tendre à la délimitation de la zone gréseuse d'où provenaient ces plantes, par opposition à celle du Djebel-Béchar, considérée jusqu'ici comme uniquement calcaire.

Au cours de la première partie de ma mission (oct. 1906), j'avais été frappé de la variété et de la disposition des assises constituant le Djebel Béchar, et j'avais été appelé, par leur étude, à déterminer les relations qui pouvaient exister, dans la pénéplaine au sud de Béchar, entre celles-ci et les couches gréseuses vertes, substratum de l'arête cénomanienne du Bezazil-el-Kelba.

Considéré par MM. Poirmeur et Gautier comme uniformément calcaire, le Djebel Béchar se montre, au contraire, formé d'assises lithologiquement différentes; d'autre part, quoique à partir du Mouïzib-el-Atchane les calcaires dinantiens supérieurs disparaissent sous les dépôts pléistocènes, ils étaient figurés comme s'étendant sur 8^{km} à 10^{km} jusqu'à la bande cénomanienne. Seul, le substratum de cette dernière, constitué par des grès et des argiles multicolores, était séparé de la masse primaire, et considéré comme triasique (Poirmeur) ou comme néocomien (Gautier). Ce même substratum, très différent comme facies des assises secondaires ici connues, affleure à Khenadsa, *en discordance* avec le Cénomanien.

Il devenait donc très important de rechercher les affleurements des assises pouvant exister entre les calcaires dinantiens et les grès de Khenadsa. Le Djebel Béchar au Mouïzib-el-Atchane présente la composition suivante du Nord au Sud, de bas en haut :

1° Argiles vertes aciculaires à alternances gréseuses; 2° Dolomies grises peu fossilifères; 3° Calcaires noirs à *Fenestellidæ*, à *Crinoïdes;* 4° Calcaires ferrugineux en pla-

quettes à intercalations argileuses à *Fenestellidæ, Archimedes, Productus striatus, Prod. semireticulatus,* etc.; 5° Argiles gréseuses vertes fissiles; 6° Calcaires noirs à silex, à *Crinoïdes* et à *Productus;* 7° Dolomies en grands bancs formant murailles à *Lithostrotion irregulare;* 8° Calcaires noirs à *Productus giganteus;* 9° Dolomies à *Lithostrotion;* 10° Calcaires noirs à *Crinoïdes.*

C'est, à quelques différences près, la coupe classique du *Tournaisien* dans l'Europe septentrionale.

Cette coupe se reproduit exactement au Sud-Ouest entre Taghit et la Chebkha d'Arlal; c'est la composition régulière du Béchar, de Zouïreg à Igli; l'ensemble, redressé aux environs mêmes de Colomb, s'étale en vastes plateaux vers le Sud-Ouest; le Djebêl-Arrid présente la même composition.

Au delà au Nord, s'observe une seconde série d'assises formée :

1° De calcaires noirs à *Crinoïdes* et à *Productus;* 2° de calcaires jaunes à *Brachiopodes;* 3° de grès argileux verts et rougeâtres.

Les calcaires noirs du premier niveau, très fossilifères, ne fournissent néanmoins que des restes indéterminables; mais dans les calcaires jaunes lumachelles, à Bouïr et à Nagheul (Chebket-Mennouna), j'ai recueilli de nombreux *Spirifer*, parmi lesquels *Sp.* aff. *Mosquensis* (Fisch.), abondant, associé à *Productus semireticulatus* (Mart.), *Prod. longispinus* (Sow.), *Prod. rarispinus* (de Kon.), *Streptorynchus crenistria* (Phill.), *Ripidomella Michelini* (Œhl.). J'ai retrouvé cet horizon à Nebkhet-Khenadsa; il existe aussi à Gueltat-Sidi-Salah (récoltes du Capitaine Maury).

Les formes de cette faunule (*Brachiopodes*) ont la plus grande affinité avec celles du *Westphalien-Moscovien;* statigraphiquement elle se place largement au-dessus des calcaires à *Productus giganteus* (Mart.) du Dinantien supérieur du Béchar; son âge est donc bien déterminé. On aurait ici l'équivalent des couches de l'Erg d'Issaouan (*cf.* Em. Haug).

Assises supérieures. — Dans leur partie supérieure, les grès verts et argiles multicolores augmentent d'épaisseur et bientôt dominent, à l'exclusion des couches calcaires; ils s'étendent, dans la coupe suivie, de 6^{km} au nord de Khenadsa jusqu'à la *Barga* crétacée de Khenadsa; dans l'Ouest, ils se poursuivent par Djarf Torba, au delà du Guir, jusqu'à la hammada du Tafilala par la Chebkha-Mennouna et Djihani.

Dans la partie la plus supérieure visible à Bel-Hadi, ces grès montrent des bancs subordonnés d'argiles schisteuses dans lesquels *s'intercalent des lits charbonneux à végétaux fossiles,* épais dans l'ensemble de quelques décimètres. D'après M. Zeiller, qui a bien voulu examiner ces échantillons, il s'agit là « de fragments de pinnules de Névroptéridées faisant songer à certains *Linopteris* westphaliens, et surtout à *Linopteris Münsteri* (Eichw.), mais trop fragmentaires pour pouvoir être déterminés avec certitude ».

A l'Ouest, à Gueltat-Sidi-Salah, M. le Capitaine Maury, qui avait consenti à poursuivre mes recherches, au cours d'une campagne de forages de puits, a traversé des argiles incluses dans les *grès verts*, où les fossiles végétaux se montrent plus nombreux et sont spécifiquement déterminables; ce sont, d'après M. Zeiller, qui a revisé mes déterminations : *Sphenopteris Boulayi* (Zeill.), *Sphen. Delavali* (Zeill.), *Nevropteris gigantea* (Sternb.), *Nevr.* cf. *rarinervis* (Bunb.) et *Linopteris Münsteri* (Eichw.).

C'est une flore nettement westphalienne et qui indique, semble-t-il, le Westphalien supérieur.

La composition lithologique de cette troisième série d'assises (Westphalien-Moscovien) diffère de celle de cet étage dans le Sahara oriental (*cf.* Haug), elle se rapproche de celle de certains bassins houillers du Nord. La présence, dans les couches supérieures, de lits charbonneux à végétaux fossiles ne laisse pas d'appuyer ces comparaisons.

Contrairement à l'opinion souvent émise, l'existence dans l'Extrême-Sud-Oranais du terrain carbonifère à combustibles minéraux paraît donc aujourd'hui *scientifiquement* établie; il ne faudrait pas cependant se hâter de conclure de ce fait à l'exploitation actuellement possible de gisements houillers dans ces régions, et il faut à ce sujet faire les plus grandes réserves, mais il est permis, toutefois, de constater que la porte est de nouveau ouverte à l'espoir.

Je tiens à exprimer ici ma vive reconnaissance à M. Zeiller pour l'intérêt qu'il a bien voulu porter à mes recherches et pour ses précieux conseils; j'exprime tous mes remercîments à M. le Général Lyautey pour l'appui qu'il m'a donné pour l'accomplissement de ma mission, et je suis très obligé à MM. les Lieutenants-Colonels Pierron et Diou, le Commandant Canton, les Capitaines Doury, Fesch, de Lamothe, Anthoine, Loubet, les Lieutenants de Lachaux, Huot, Betzinger, du concours empressé que j'ai trouvé auprès d'eux; je suis tout particulièrement reconnaissant à M. le Capitaine Maury de sa dévouée collaboration.

HYDROLOGIE. — *Sur le gouffre des Corbeaux et la Fontestorbes (Ariège).* Note de M. E.-A. MARTEL.

D'après les indications et en compagnie de M. Maugard (du lycée de Foix) j'ai visité avant-hier, 13 juillet, dans la forêt de Bélesta [entre Lave-

lanet et Quillan (Ariège)], le *gouffre des Corbeaux*, réputé insondable et où un essai de descente avait échoué en 1906. A 850^m d'altitude il s'ouvre en plein bois, dans des roches crétacées urgoniennes très fissurées; le vaste orifice, ovale, mesure environ 60^m sur 30^m de diamètre. C'est un abîme à la fois d'absorption et d'effondrement. La profondeur totale atteint environ 110^m; peu de gouffres de cette dimension sont d'un accès relativement aussi aisé : 32^m d'échelles de cordes suffisent pour atteindre le sommet d'un éboulis long de plus de 150^m, incliné à 45° et formé par l'effondrement partiel d'une route de caverne qui constitue la portion inférieure du gouffre. Cette caverne, qui s'élargit jusqu'à près de 40^m ou 50^m au fond, est obstruée à 110^m sous terre par les blocs d'effondrement; à ses deux extrémités deux petits réduits au sol d'argile, et aux fissures impénétrables à l'homme, témoignent, avec les *bois flottés* abondants, du passage fréquent de l'eau courante.

Après les pluies il y a là certainement l'une des veines liquides qui concourent à l'alimentation de la fameuse *source* (?) (*intermittente* pendant trois mois de l'année, d'août à octobre) de Fontestorbes; celle-ci n'est qu'à 2^{km},5 à l'ouest du gouffre des Corbeaux et 245^m plus bas que son fond. La communication, au moins temporaire, subordonnée au jeu des précipitations atmosphériques, et par conséquent des infiltrations, est évidente; toute la région calcaire des forêts de Bélesta, Sainte-Colombe, Puivert, Picaussel, etc., est criblée d'entonnoirs (*entournadous*), fissures, points d'absorption (il y a un gouffre du *Bareng*, près Belois, etc.) qui forment le bassin alimentaire de Fontestorbes. Or celle-ci est, d'une part, captée (trop sommairement d'ailleurs) pour l'alimentation de la commune de Bélesta; d'autre part, le gouffre des Corbeaux (et sans doute aussi tous les entournadous) continue, malgré la loi du 15 février 1902, à servir de charnier pour les bêtes mortes des hameaux environnants. Toute la descente (d'aspect grandiose) du talus du gouffre s'opère sur un magma répugnant d'ossements nauséabonds, de *charognes* (le mot *doit* être écrit) récentes et de *gras des cadavres*. C'est pire que tout ce que j'ai pu trouver en 1889 à Padirac, en 1892 à La Berrie (Lot), en 1896 au scialet Félix (Vercors) et partout ailleurs où les gouffres, *tributaires des sources*, servent de dépotoirs. Au moindre orage, les eaux infiltrées convoient tous ces *résidus* vers Fontestorbes. De filtrage naturel il ne saurait être question, à cause du fissurage des calcaires crétacés de la région, diaclasés, contournés, faillés même en tous sens.

Ainsi les Pyrénées possèdent, comme les Causses, le Jura, les Alpes, leurs gouffres profonds et contamineurs, distillant aux soi-disant *sources* les bouillons de ptomaïnes.

Malgré ses arrêtés régulièrement pris, le maire de Bélesta, très conscient du danger, ne peut pas faire respecter l'article 28 de la loi de 1902 : les gardes forestiers sont désarmés contre les jets *nocturnes* des bêtes mortes au fond du gouffre des Corbeaux. On m'a affirmé qu'il y a quelques années des chevaux atteints de morve y furent précipités vivants à grands coups de fouet. Ce sont leurs dépouilles que j'y ai retrouvées. Sur ce charnier essaiment des légions de mouches venimeuses, charbonneuses aussi, comme dans les gouffres de Vaucluse ; j'en ai fui le plus rapidement possible, aussitôt mes observations terminées, le dangereux voisinage qui peut, dans les métairies environnantes, propager mainte épizootie ressortant du gouffre où l'on a cru l'enfouir.

Voilà ce que notre empirisme constate dans les montagnes de France en la septième année du xxe siècle !

M. **A. Jost** adresse une lettre relative à *Divers essais faits avec du bromure de radium.*

(Renvoi à l'examen de M. Gernez.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ERRATA.

(Tome CXLIV, Séance du 24 juin 1907.)

Note de M. *A. Korn*, Sur l'équation fonctionnelle de M. Fredholm :

Page 1413, première formule (7), *lisez*

$$\int_{a_j}^{a_{j+1}} f^1(s)\,ds = 0.$$

Même page, seconde formule (9), *au lieu de* $|b-a|$, *lisez* $(b-a)^2$.

(Tome CXLV, Séance du 1er juillet 1907.)

Note de M. *Louis Henry*, Sur la synthèse de l'alcool isoamylique secondaire $(H^3C)^2 = CH - CH(OH) - CH^3$:

Page 22, ligne 7 en remontant, *au lieu de* $(H^3C)^2 - CH - CH(CH) - CH^3$, *lisez* $(H^3C)^2 = CH - CH(OH) - CH^3$.

Page 23, ligne 5 en remontant, *au lieu de* applications, *lisez* explications.

Note de M. *C. Fleig*, Les sérums artificiels à minéralisation complexe, milieux vitaux, etc. :

Page 96, ligne 18, *au lieu de* pour 100, *lisez* pour 1000.

(Séance du 8 juillet 1907.)

Note de M. *Barbieri*, Analyse immédiate du jaune d'œuf :

Page 134, ligne 5 en remontant, *au lieu de* d'alcool et neutre, *lisez* d'alcool, il est neutre.

Même page, ligne 2 en remontant, *au lieu de* cendres nulles, *lisez* cendres.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUILLET 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur un phénomène analogue à la caléfaction*. Note de M. G. Lippmann.

Une lame de plâtre ayant été coulée sur une lame de verre plane, et ayant fait prise, on observe d'abord que le plâtre adhère au verre. On porte le tout sur un fourneau qu'on allume. Lorsque la température dépasse notablement 100°, le plâtre se détache du verre. Si l'on continue à chauffer, la température s'élevant, non seulement la masse de plâtre reste détachée du verre, mais elle glisse à sa surface avec la plus extrême facilité; elle s'y déplace d'elle-même suivant la ligne de plus grande pente, bien que l'appareil soit sensiblement horizontal. Le coefficient de frottement semble être devenu nul : on peut appuyer sur le plâtre sans faire naître de frottement appréciable.

On peut remplacer la lame de verre par une plaque plane de laiton, pourvu que celle-ci soit maintenue chaude.

Quand la température baisse suffisamment le frottement reparaît, de plus en plus considérable; à basse température ou à froid, le frottement est tel que le plâtre mouillé, qui est un corps mou, s'arrache au contact de la lame sur laquelle il y a frottement; il laisse une trace blanche à la surface du laiton. De sorte que le contraste est très marqué entre cette adhérence à froid et la facilité avec laquelle le bloc poreux coule, pour ainsi dire, sur une surface très chaude.

On connaît le phénomène de la caléfaction : si l'on projette de l'eau sur une surface fortement chauffée, l'eau ne la mouille pas; le liquide reste séparé de la surface solide par un petit intervalle. On admet qu'entre eux

il s'est formé une couche de vapeur qui se renouvelle constamment. L'explication est probablement la même dans le cas du plâtre. Il convient d'ailleurs de noter les différences suivantes.

Le glissement du bloc poreux se produit à une température trop basse pour qu'il y ait caléfaction d'une couche d'eau. La lame de laiton étant assez chaude pour que le plâtre glisse à sa surface, si l'on y projette de l'eau, on constate que celle-ci n'est pas caléfiée, et bouillonne avec violence. En outre, l'expérience faite avec le bloc poreux dure très longtemps : elle peut durer des heures, pourvu que la masse à évaporer soit notable. L'évaporation de l'eau restant dans le plâtre n'est pas très rapide. La preuve en est que l'expérience peut se faire sur une lame de verre chaude qui ne casse pas, ou du moins assez rarement; cette même lame de verre casse infailliblement si l'on y projette de l'eau.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *L'oxygène, la pression osmotique, les acides et les alcalis dans la parthénogenèse expérimentale.* Note [1] de M. **Yves Delage.**

Lœb a constaté que les solutions hypertoniques capables de déterminer la parthénogenèse chez les Oursins restaient sans effet si on les dépouillait, par un courant d'hydrogène, de l'oxygène qu'elles contiennent en dissolution. Il en a conclu que les solutions hypertoniques agissent en qualité d'oxydants. La légitimité de cette conclusion est contestable : l'expérience de Loeb prouve que la présence de l'oxygène est nécessaire (ici comme dans tant d'autres actes physiologiques), elle ne prouve point que la solution hypertonique ait pour rôle spécial et unique ou même principal de faire pénétrer cet oxygène dans les œufs.

J'ai voulu vérifier, chez les Astéries, si la présence de l'oxygène était toujours nécessaire, je ne dis pas à l'évolution parthénogénétique de l'œuf (ce qui est certain d'avance, comme pour tout autre développement), mais à la mise en train, par des réactifs chimiques appropriés, du déterminisme de la parthénogenèse.

Pour cela j'ai purgé l'eau de mer d'oxygène au moyen d'un courant de CO^2 barbotant dans l'eau pendant 24 heures, puis j'ai placé les œufs, au stade critique de la maturation chromatique, dans cette eau, où j'ai laissé

---

[1] Présentée dans la séance du 16 juillet 1907.

CO^2 barboter encore en leur présence pendant 1 heure et demie. Reportés dans l'eau de mer, ces œufs se sont tous segmentés et ont donné des blastules et des larves qui sont encore vivantes et se portent fort bien.

Comme on a prétendu que l'agitation des œufs pouvait suffire à déterminer leur parthénogenèse, j'ai suspendu le barbotage de CO^2, laissant les œufs immobiles dans l'eau chargée de CO^2 par un barbotage préalable de longue durée et me contentant de former au-dessus du liquide une atmosphère de CO^2 pour que celui en solution ne s'évapore pas. Le résultat a été à peine moins bon.

Par contre, si je me contente de faire barboter dans l'eau de l'air atmosphérique qui maintient les œufs en état de constante agitation, tout comme le courant de CO^2, je n'obtiens aucun développement.

Ainsi, en ce qui concerne les Astéries (mais je ne veux pas généraliser cette conclusion), la présence de l'oxygène n'est pas nécessaire à la détermination de la parthénogenèse.

Bien plus, l'oxygène est nuisible. Si l'on fait barboter dans l'eau où sont les œufs, en même temps que CO^2, soit de l'oxygène, soit de l'air atmosphérique, le résultat est incomparablement plus mauvais : dans le cas de l'oxygène, aucune segmentation ne se produit; dans le cas de l'air, il ne se produit qu'un nombre insignifiant de blastules viables, le reste des œufs est intact ou altéré. Enfin si, dans l'eau où sont placés les œufs, on fait barboter CO^2 pendant 1 heure et demie, sans avoir purgé cette eau d'oxygène par un long barbotage préalable, on obtient des segmentations et des blastules, mais notablement moins nombreuses et moins belles que lorsque tout l'oxygène a été supprimé. Ainsi, moins il y a d'oxygène, meilleur est le résultat, et l'optimum correspond au cas où il n'y en a plus du tout.

Il se trouve même que le procédé actuel, avec suppression de l'oxygène par long barbotage de CO^2, constitue une amélioration notable du procédé des années précédentes où l'eau, non privée d'oxygène, était chargée de CO^2 dans un siphon à sparklets.

Il est à remarquer cependant que, même dans ce procédé, sans que j'aie cherché cet effet dont j'ignorais alors l'importance, une bonne partie de l'oxygène doit être enlevée par la violente effervescence de l'eau au moment où elle jaillit du siphon dans le vase, cette effervescence constituant un barbotage de CO^2 de courte durée, mais très violent et disséminé dans toutes les parties du liquide.

Je répète que je ne veux tirer de ces faits aucune conclusion générale;

mais il semble peu probable que l'oxydation soit un facteur important du déterminisme de la parthénogenèse chez les Oursins quand, chez les Astéries, animaux très voisins, l'oxygène est non seulement inutile mais nuisible.

J'ai repris sur les Oursins, *Paracentrotus* (*Strongylocentrus*) *lividus*, mes expériences de l'an dernier, en variant les points de vue.

J'avais essayé, l'an dernier, sans succès, l'ion La^{+++} du nitrate de lanthane. Mais, comme rien n'indique *a priori* que les charges doivent être positives, j'ai essayé l'ion $FeCy^{6----}$ du ferrocyanure de potassium et divers ions trivalents négatifs (acides citrique, phosphorique, etc.), sans plus de succès d'ailleurs. Il semble donc démontré que les ions à valence élevée n'ont pas une action avantageuse dans la parthénogenèse.

On sait que, selon leur nature, les solutions colloïdales sont précipitées ou stabilisées par les acides ou les alcalis. D'autre part, j'ai montré, dans un travail qui paraîtra prochainement dans la *Rivista di Scienza*, que les processus de la division cellulaire et de l'évolution de l'œuf se ramènent presque tous à des coagulations et à des liquéfactions des colloïdes protoplasmiques. Il était donc à prévoir que les acides et les alcalis devaient exercer une action puissante sur le processus parthénogénétique. Puisque ce processus comporte des coagulations et des liquéfactions, les acides ou les alcalis employés seuls, tels qu'ils l'ont été jusqu'ici (les acides par Loeb et moi-même, les alcalis par moi), ne sauraient produire que des effets partiels et des résultats insuffisants.

Au contraire, une application successive, dans un ordre approprié et à doses convenables, des acides et des alcalis a des chances d'aboutir à un résultat meilleur.

Le premier phénomène de la parthénogenèse est la formation de la membrane vitelline, processus de coagulation, le second la dissolution de la membrane nucléaire, processus de liquéfaction. Les acides étant des coagulants et les alcalis des liquéfiants du protoplasma ovulaire, il m'a semblé qu'une application successive d'un acide puis d'un alcali devait déterminer dans l'œuf vierge un commencement d'évolution qui, après avoir été déclanchée, avait des chances de continuer seule.

Ces vues théoriques ont été entièrement vérifiées par l'expérience.

Si, à la solution hypertonique banale, et qui se montre inefficace employée seule, on ajoute d'abord un acide, puis, après lavage, un alcali, on obtient un grand nombre de blastules susceptibles d'être élevées. Elles ont fourni des *Pluteus* qui sont âgés maintenant de 1 mois et sont en parfaite santé.

Si, au contraire, on fait agir d'abord l'alcali, puis l'acide, le résultat est nul.

Voici maintenant quelques détails sur l'expérience : La solution hypertonique est composée de 47,5 pour 100 d'une solution de NaCl à $2\frac{1}{2}n.$, 2,5 pour 100 d'eau de mer et 50 pour 100 de H^2O. La concentration moléculaire de cette solution est d'environ 1,190. Sa pression osmotique est de 1,560, celle de l'eau de mer étant 1,135 (la pression d'une solution normale non ionisée étant prise pour unité). Je l'additionne de 17 gouttes d'une solution décinormale de HCl pour 50^{cm^3} de solution.

Cet acide se trouve donc dans la solution à la concentration de $0,0017n$; la dissociation étant à peu près complète à cette dilution, telle est aussi la concentration des ions H^+. Cette solution doit agir pendant 10 à 15 minutes.

La solution alcaline, qui doit agir pendant environ 1 heure 15 minutes, est composée de 50^{cm^3} d'une solution hypertonique plus faible que la précédente

(Na Cl à 2,5 n, 37,5; Eau de mer, 2,5; H^2O, 60)

sa concentration moléculaire étant de 0,950, additionnée de 7 gouttes d'une solution décinormale titrée de AzH^3. La concentration de ce dernier est de $0,0007n$, et telle est aussi celle des ions OH^-.

En pratique, au lieu d'éliminer par lavage l'acide de la première solution, je le sature en ajoutant, en plus des 7 gouttes, 17 gouttes de la solution de AzH^3. Le résultat est le même, plutôt meilleur.

J'ai cherché à remplacer HCl et AzH^3 par d'autres acides et d'autres alcalis. En ce qui concerne ces derniers, aucun n'a présenté de supériorité sur AzH^3. Na OH est à peu près équivalent, plutôt moins bon; il en est de même de CaO^2H^2; KOH est franchement inférieur et détermine une désintégration des commencements de segmentation.

Pour les acides, des expériences comparatives que je poursuis indiquent que certains acides sont inefficaces ou nocifs (acides borique, carbonique); d'autres ne donnent que de maigres résultats (acides citrique, butyrique, valérianique, phosphorique); d'autres, enfin, se disputent la supériorité : ce sont les acides chlorhydrique, acétique, formique, azotique, sulfurique et oxalique. Ces acides donnent des résultats fort incohérents. Un jour, l'un se montre supérieur aux autres, mais le lendemain il est peu efficace, tandis qu'un autre réussit; et il faut des essais répétés pour constater qu'en somme ils s'équivalent à peu près. Il semble que, suivant les conditions

très délicates et très obscures de leur état particulier, certains œufs soient sensibles à un réactif, d'autres à un autre, ainsi que je l'ai constaté l'année dernière pour le sulfite de soude et les sels des métaux de la famille du fer. Ou peut-être y a-t-il là d'autres conditions que je n'ai pas réussi encore à débrouiller.

En tout cas, la valence et par conséquent la charge des ions ne paraissent pas intervenir.

Si c'est comme coagulants qu'agissent les acides, les substances possédant une action coagulante énergique, en dehors de leurs propriétés acides plus ou moins franches, doivent aussi être efficaces : tels sont les phénols, en particulier l'acide picrique et le tanin. Il en est ainsi en effet : l'acide phénique n'est que fort peu efficace, l'acide picrique l'est un peu plus, mais le tanin l'est à un haut degré et l'emporte sur les acides francs par la valeur et surtout par la constance des résultats.

La dose optima est trois fois plus faible que celle de HCl ou des autres acides (5 à 6 gouttes de solution décinormale pour 50^{cm^3} d'eau).

Dans toutes ces expériences, la solution était hypertonique et contenait de l'eau de mer, c'est-à-dire une faible proportion d'ions divalents. Lœb affirme que leur présence, en particulier celle des ions Ca, est nécessaire. D'après lui, le protoplasme contient des combinaisons instables d'ions et de substances albumineuses qu'il appelle *ions-protéides*, et ces ions-protéides ne peuvent accomplir leurs fonctions physiologiques normales que s'ils contiennent les ions Na, K et Ca en proportions déterminées : aussi toute solution pure serait toxique parce qu'elle détruirait, à l'avantage des ions qu'elle renferme, l'équilibre nécessaire. Cette vue est fondée sur des expériences justes sans doute, mais dont l'interprétation est contestable.

En effet, j'ai pu obtenir une bonne proportion de larves avec une solution pure de NaCl à la concentration moléculaire de 1,250, substituée à la solution hypertonique ci-dessus décrite et employée de la même façon : cette solution peut donner autant de blastules que celle qui contient une certaine proportion d'eau de mer. J'ai même réussi à obtenir un bon nombre de jolies blastules avec une solution pure de NaCl acidifiée avec HCl puis alcalinisée avec NaOH, en sorte que, non seulement la olution ne contient aucun ion divalent, mais elle ne contient absolument, en outre des ions H et OH, que NaCl et les constituants de ce sel. C'est là un point digne d'être noté et dont les auteurs de théories devront tenir compte.

Il a été posé en principe par Lœb et par d'autres, et j'avais admis moi-

même jusqu'ici, que l'emploi d'une solution hypertonique par rapport à l'eau de mer était une condition *sine qua non* de la parthénogenèse des œufs d'Oursins. Or voici une expérience qui montre que cette opinion n'est pas fondée, du moins sous sa forme absolue.

J'ai préparé une solution pure de NaCl isotonique à l'eau de mer. Cette solution s'obtient en mélangeant 13^{cm^3} d'une solution à 2,5 *n* avec 37^{cm^3} d'eau distillée. Cette solution a une concentration moléculaire de 0,650, tandis que l'eau de mer n'a qu'une concentration de 0,540, la différence s'expliquant par le fait que l'eau de mer contient moins de NaCl et un grand nombre d'autres sels à un état de dilution très élevé, en sorte que son ionisation est plus forte.

Cette solution reste inefficace lorsqu'on l'applique aux œufs en l'acidifiant, puis l'alcalinisant aux doses optima pour les solutions hypertoniques. Mais, en augmentant les doses d'acide et d'alcali, j'ai pu obtenir des blastules nageantes, tandis que les œufs témoins n'en présentaient aucune, et ces blastules se sont transformées en *Pluteus*. Les doses des réactifs ont été 30 gouttes d'HCl décinormal et 45 gouttes d'AzH^3 décinormal, dont 30 pour neutraliser HCl et 15 pour l'alcalinisation de la liqueur.

Je tiens ce résultat, de peu d'importance pratique, comme ayant un intérêt théorique très grand. Ici encore les auteurs des théories auront à en tenir compte.

Nous avons vu plus haut que la valence des ions ne paraissait pas intervenir dans les résultats de ces expériences. J'ai cherché à confirmer cette conclusion.

On sait que, dans la cataphorèse et dans la coagulation des albuminoïdes, les ions H^+ et OH^- ont une activité très supérieure à celle des autres ions monovalents, de même ordre à peu près que celle des ions divalents et inférieure à celle des polyvalents. S'il en est de même dans la parthénogenèse, on doit pouvoir remplacer l'acide par une base polyvalente et l'alcali par un acide polyvalent. Il n'y a pas d'alcali à base polyvalente, mais les acides à ion négatif polyvalent abondent. L'acide citrique, par exemple,

$$(C^6H^5O^7)^{---}(H^3)^{+++},$$

le phosphorique $(PO^4)^{---}(H^3)^{+++}$ ont un ion négatif trivalent qui devrait l'emporter sur les ions H monovalents et agir comme une base telle que Na^+OH^- ou l'ion hydroxyle négatif l'emporte sur l'ion métallique positif. On devrait donc pouvoir remplacer dans la parthénogenèse l'ammo-

niaque ou la soude par de l'acide citrique ou phosphorique. Or il n'en est rien. Un tel traitement ne donne aucun résultat.

Même résultat si l'on cherche à remplacer l'alcali par un sel neutre à ion négatif polyvalent tel que le ferrocyanure de potassium

$$(FeCy^6)^{----}(K^4)^{++++}.$$

De même, on ne peut remplacer l'acide par les ions polyvalents positifs d'un sel neutre tel que le nitrate de lanthane.

Tout cela montre que le résultat exige la présence des ions H et OH et porte à penser que ce ne sont ni la valence ni sans doute les charges électriques des ions qui sont en cause, mais l'acidité, l'alcalinité et les propriétés chimiques des substances.

En résumé, de ces diverses expériences découlent des conclusions qui me paraissent faire faire un progrès sérieux à la solution de la question si obscure du mode d'action des agents de la parthénogenèse expérimentale :

1° *La présence de l'oxygène n'est pas nécessaire au déterminisme de la parthénogenèse chez les Astéries : elle est même nuisible ;*

2° *L'hypertonie des solutions n'est nullement nécessaire à la parthénogenèse chez les Astéries ; elle est utile mais nullement indispensable chez les Oursins ;*

3° *La présence des ions divalents n'est nullement nécessaire ; la parthénogenèse peut être déterminée chez les Oursins par une solution ne contenant que les éléments du chlorure de sodium ;*

4° *La condition essentielle de la parthénogenèse chez les Oursins consiste dans le traitement des œufs par une solution d'abord acide, puis alcaline, agissant sans doute la première comme coagulant, la seconde comme liquéfiant de certains constituants du protoplasma ovulaire ;*

5° *Ni la valence des ions ni leurs charges électriques ne semblent intervenir : l'efficacité des agents est en relation avec leur réaction acide ou alcaline et avec leurs propriétés chimiques.*

M. Gaston Bonnier fait hommage à l'Académie de l'Ouvrage qu'il vient de faire paraître sous le titre *Le Monde végétal*, où il expose les idées successives des savants sur la fleur, la constitution des grands groupes, l'étude des Cryptogames, puis aborde les questions récentes sur la création artificielle des espèces, le transformisme expérimental et la génération spontanée.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie britannique** adresse des remercîments pour l'envoi de la médaille commémorative de la première réunion de l'Association internationale des Académies.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° Deux brochures, présentées par M. le Président, au nom du Conseil d'administration de la Caisse des Recherches scientifiques :

Rapport annuel (1906) *adressé au Président de la République française*, par M. Paul Dislère, et *Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en* 1906 *au moyen des subventions de la Caisse des Recherches scientifiques.*

2° *Exposition coloniale de Marseille. Section internationale d'Océanographie, des pêches maritimes et des produits de la mer. Rapport général*, par M. Charles Bénard. Préface de M. Jules-Charles Roux.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la cohésion diélectrique de l'hélium.* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

J'ai annoncé antérieurement que les gaz ou vapeurs monoatomiques (vapeur de mercure, argon) ont une cohésion diélectrique très petite eu égard à la grandeur de leur masse atomique. Ainsi la cohésion (354) de la vapeur de mercure est plus petite que celle de l'air (419). Celle de l'argon le plus pur que j'aie eu entre les mains (39) est très inférieure à celle de l'hydrogène (205). De plus, une simple trace d'un gaz polyatomique suffit à faire varier beaucoup la cohésion diélectrique de ces corps. Il y avait intérêt à savoir si l'hélium se comporterait comme le mercure ou l'argon. Grâce à l'extrême bienveillance de sir William Ramsay et à celle de M. Moureu, j'ai pu opérer sur 200^{cm^3} d'hélium extrait de l'uraninite et sur une quantité encore plus grande de gaz provenant des eaux minérales de Bourbon-Lancy.

Le premier échantillon d'hélium sur lequel j'ai opéré contenait un peu d'azote. Sa cohésion diélectrique fut trouvée égale à 61,8, c'est-à-dire supérieure à celle de l'argon. En refroidissant le gaz dans l'air liquide, pour

le séparer des éléments volatils qu'il pouvait contenir, la cohésion s'abaissa seulement à 60,6. Sir William Ramsay me conseilla alors de refroidir le gaz en présence de charbon de noix de coco qui, dans cette condition, absorbe complètement l'azote, ainsi que tous les autres gaz, à l'exception de l'hydrogène et du néon. Dès le premier essai, la cohésion diélectrique de l'hélium s'abaissa à 21,7.

Par des purifications répétées sur le charbon de noix de coco, le gaz de l'uraninite et celui des eaux minérales ont donné une même valeur limite de la cohésion diélectrique de l'hélium, égale à 18,3. Une trace de néon, révélée, par l'analyse spectrale, dans le gaz provenant des eaux minérales, ne modifie donc pas la cohésion de l'hélium d'une manière appréciable.

Au contraire, en ajoutant 1 pour 100 d'air à mon hélium le plus pur, j'ai vu la cohésion diélectrique se multiplier par 2,41. Un seul essai bien conduit révélerait à coup sûr la présence de $\frac{1}{10000}$ en volume d'un gaz polyatomique quelconque et, par une série de mesures, on pourrait certainement déceler jusqu'à $\frac{1}{30000}$. Dans le cas où le gaz étranger est de l'air, la mesure de la cohésion diélectrique m'a paru au moins aussi sensible que l'analyse spectrale, et elle se prêterait aisément à une détermination quantitative précise que l'analyse spectrale seule ne comporte pas.

PHYSIQUE. — *Sur l'effet enregistré par le détecteur électrolytique.* Note de M. **Tissot**, présentée par M. Lippmann.

On sait que l'on utilise depuis un certain temps, sous le nom de *détecteur électrolytique* (1), un détecteur très sensible d'oscillations électriques qui, associé à un téléphone et à un circuit de résonance, permet d'opérer, à des distances considérables, la lecture *au son* des messages de télégraphie sans fil.

Le dispositif est constitué en principe par un voltamètre à électrodes de platine de surfaces très inégales, immergées dans un électrolyte (acide sulfurique ou azotique hydraté). Dans les conditions d'emploi, on applique en général au voltamètre une force électromotrice constante auxiliaire, l'anode étant constituée par la pointe fine.

Le téléphone qui est intercalé dans le circuit rend un son quand le voltamètre est soumis à l'action d'un train d'ondes électriques.

---

(1) Ferrié, *Comptes rendus*, juillet 1905, p. 315. — Schlömilch, *Elect. Zeitsch.*, 1903, p. 959.

Nous nous sommes proposé de rechercher à quelle *qualité* des oscillations l'appareil se montre particulièrement sensible.

A cet effet, on a substitué à l'écouteur téléphonique un galvanomètre et comparé, pour des émissions identiques faites à distance, les indications du galvanomètre de l'électrolytique à celles d'un bolomètre. Le bolomètre était directement intercalé sur l'antenne réceptrice préalablement mise à l'accord. Quant à l'électrolytique, il était disposé dans un circuit de résonance convenable, en liaison lâche avec l'antenne, et accordé à la période des ondes reçues.

Dans le mode de montage habituel, c'est-à-dire quand on fait usage d'une source auxiliaire, le phénomène qui se produit à la réception dépend nécessairement de conditions complexes et, en particulier, de l'état des électrodes au moment où elles subissent l'action des oscillations.

On s'est donc efforcé de n'expérimenter que sur des électrodes ramenées au même état.

D'une manière générale, pour des valeurs croissantes de l'énergie reçue, la déviation du galvanomètre tend très rapidement vers une limite fixe.

Par exemple, les indications du bolomètre prenant les valeurs successives :

4, 25, 85, 140;

le galvanomètre de l'électrolytique donne les déviations :

60, 75, 80, 80.

Dès que l'énergie reçue dépasse une certaine valeur, toujours très faible, et d'autant plus faible que la force électromotrice appliquée est plus grande (et la pointe plus fine), l'appareil se comporte à la manière d'un *cohéreur* ou, si l'on veut, d'un détecteur magnétique désaimanté *à fond*.

C'est ainsi que l'on utilise presque toujours le dispositif en pratique. Le détecteur n'enregistrant pas l'*effet total* se prête mal à la résonance..

Au-dessous de la *valeur critique*, l'appareil se comporte, au point de vue de l'allure des déviations, au sens près, comme dans le cas que nous examinons plus loin, où il n'y a pas de force électromotrice appliquée. Mais, comme l'effet du courant de diffusion rend les déterminations incertaines, il est malaisé d'obtenir des valeurs quantitatives comparables.

Il en est autrement lorsqu'il n'y a pas de force électromotrice appliquée.

Le galvanomètre demeure alors au zéro tant que les oscillations n'agissent pas, prend une déviation parfaitement fixe pendant leur action et revient exactement au zéro dès qu'elles cessent d'agir.

On peut opérer alors des mesures quantitatives extrêmement nettes.

On a obtenu ainsi les déviations correspondantes suivantes au bolomètre et à l'électrolytique :

Bolomètre...................	60	40	20	15	5
Électrolytique..............	39	26,5	13,5	10	3,5

Les indications des deux instruments demeurent rigoureusement *proportionnelles.*

On doit en inférer que l'intensité I du courant continu qui résulte de l'action des ondes sur l'électrolytique est proportionnelle au carré i_0^2 de l'amplitude des oscillations dans l'antenne réceptrice. Ce dernier résultat s'interprète aisément dans la théorie osmotique de la polarisation que Warburg (1) et Neumann (2) ont déduite de l'application de la relation de Nernst $\left(E = \frac{R\theta}{n} L \frac{c_0}{c}\right)$.

Dans le cas présent, la concentration ionique au voisinage de la grande électrode demeure constante. Mais la concentration au voisinage de la petite électrode subit des *oscillations* en rapport avec celles du courant, et peut être représentée en première approximation (en négligeant un facteur d'amortissement) par une expression $c = c_0 + a \sin \omega t$, où a est proportionnel à l'amplitude i_0 du courant. La force électromotrice de polarisation prend alors la forme

$$p = AL \frac{c_0}{c_0 + a \sin \omega t},$$

dissymétrique à cause de la fonction logarithmique.

C'est cette dissymétrie qui se traduit par un courant continu et prend l'aspect du phénomène apparent de *cohérence.*

Une intégration facile montre que, pour des valeurs suffisamment faibles de a, c'est-à-dire de i_0, on a simplement

$$I = K i_0^2.$$

Les présentes expériences montrent que cette relation, vérifiée seulement d'une manière approchée par Gundry (3) dans le cas d'électrodes polarisables (de Hg) soumises à l'action de courants alternatifs de basse fré-

(1) WARBURG, *Wied. Ann.*, 1899, p. 493.
(2) NEUMANN, *Wied. Ann.*, 1899, p. 500.
(3) GUNDRY, *Phil. Mag.*, 1906, p. 329.

quence, est rigoureusement applicable au voltamètre à électrodes de platine soumis à l'action d'oscillations électriques de l'ordre de 10^6 secondes.

PHYSIQUE. — *Nouvelle propriété optique (biréfringence magnétique) de certains liquides organiques non colloïdaux.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, transmise par M. J. Violle.

Les liquides sur lesquels Majorana a étudié la biréfringence magnétique perpendiculairement aux lignes de force du champ étaient des liquides colloïdaux. Nous avons montré dans un travail antérieur ([1]) que la biréfringence magnétique, ainsi que d'autres phénomènes magnéto-optiques observés dans ces liquides, peuvent être expliqués par les propriétés des particules ultra-microscopiques qui s'y trouvent en suspension. Jusqu'ici l'on n'avait constaté dans aucun liquide pur ce phénomène de biréfringence magnétique, que la symétrie du champ magnétique autorisait cependant à prévoir. On l'avait pourtant cherché à diverses reprises. En employant des champs plus intenses et une méthode optique plus sensible, la même qui nous a servi pour l'étude des colloïdes, nous avons obtenu des résultats positifs.

La *nitrobenzine* présente nettement une biréfringence magnétique dont le signe est positif et qui croît proportionnellement au carré du champ et à l'épaisseur traversée. Par exemple, une vibration rectiligne, à 45° des lignes de force, après avoir traversé $4^{cm},2$ du liquide placé dans un champ de 18500 gauss, est transformée en une vibration elliptique et l'angle β, dont la tangente mesure le rapport des axes, est égal à $36'$ à la température de 24°.

Nous avons retrouvé la même propriété plus ou moins marquée dans les composés liquides appartenant à la série aromatique que nous avons étudiés. La benzine elle-même est active (environ quatre fois moins que la nitrobenzine) ainsi que ses dérivés : benzine monoiodée, monobromée, monochlorée, aniline, toluène, ortho et méta nitrotoluène, chlorure de benzoyle, acétate de benzyle, xylène, métaxylènes et paraxylène mononitrés, cumène, cinnamate d'éthyle.

Sont de même actifs les composés liquides qui renferment plusieurs noyaux benzéniques ou des noyaux analogues avec doubles liaisons : naphtaline monobromée (aussi active que la nitrobenzine), pyridine, furfurol.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 1907, p. 145-203 et 289-339.

Au contraire, aucun des liquides de la série grasse que nous avons étudiés ne nous a donné, dans les mêmes conditions, de biréfringence sensible :

Hexane, octane, éther de pétrole, amylène; chloroforme, tétrachlorure de carbone, dibromure d'éthylène, monobromure d'allyle; alcools éthylique, isobutytique, amylique; glycérine; acétone; éther sulfurique; sirop de sucre; acide oléique; acétate d'amyle, tartrate d'éthyle.

Le cyclohexane et la cyclohexanone, composés cycliques non aromatiques, sont inactifs de même que le térébenthène et l'essence de térébenthine du commerce.

L'influence ainsi constatée de la structure chimique, ainsi que la comparaison de différents échantillons, plus ou moins purs d'un même corps, écartent l'hypothèse qui s'était présentée d'abord à notre esprit, d'après laquelle cette biréfringence serait due à des poussières en suspension. Parmi les liquides actifs étudiés, il en est précisément qu'on peut prendre comme types de liquides ne renfermant pas de particules ultramicroscopiques. Il s'agit là d'une propriété nouvelle, que nous espérons pouvoir étudier dans de meilleures conditions pour préciser les valeurs de β relatives à divers corps actifs liquides ou dissous : il conviendra également de comparer entre eux les corps isomères, de chercher si la biréfringence magnétique est en relation avec d'autres propriétés telles que la biréfringence électrique [1] et enfin de voir si ce phénomène n'est pas le signe de la présence ou de la formation d'associations moléculaires non visibles. Il est possible que des liquides, organiques ou non, pour lesquels nous n'avons rien constaté, possèdent, mais à un plus faible degré, une certaine activité. Déjà, avec les moyens dont nous disposons actuellement, nous trouvons que le sulfure de carbone, même filtré sur bougie ou distillé aussitôt avant l'expérience, nous donne toujours la même biréfringence, faible, mais cependant mesurable ($\beta = 6'$). Chose remarquable, cette biréfringence est négative, alors que celle de tous les autres liquides étudiés est positive.

---

(1) Nous avons pu mesurer directement la biréfringence électrique positive de la nitrobenzine sans addition d'un autre liquide isolant : indiquons seulement ici que les résultats sont d'accord avec la loi de Kerr.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la photographie spectrale des minéraux dans les différentes régions du spectre : galène et argyrite.* Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. A. Haller.

Dans une série de travaux précédents j'ai fait connaître les spectres que peuvent fournir des fragments de minéraux entre lesquels jaillit l'étincelle d'une bobine d'induction, avec intercalation, dans le circuit secondaire de celle-ci, de plusieurs bouteilles de Leyde. Je m'étais alors borné à donner les mesures faites dans la partie visible du spectre avec des spectroscopes d'usage courant. J'ai repris ces recherches par la photographie, et spécialement pour la recherche des éléments accessoirement présents et en faibles quantités dans les minéraux, en premier lieu dans l'ultra-violet avec des systèmes optiques en spath ou en quartz, en second lieu dans la partie visible, jusque dans le rouge aux environs de λ 7000, avec les nouvelles plaques panchromatiques Wratten et Wainwright, et des systèmes optiques flint et crown, avec interposition d'un verre jaune sur le trajet lumineux pendant les deux tiers de la pose.

Divers modèles de bobines (de 3^{cm} à 15^{cm} d'étincelle) m'ont donné de bons résultats, mais le courant qui circule dans le primaire doit être régulier et constant, car, si les accumulateurs commencent à s'épuiser, la partie la plus réfrangible de l'ultra-violet s'affaiblit la première et disparaît du cliché avant que l'apparence de la partie visible du spectre se soit déjà modifiée. Il est nécessaire de projeter, au moyen d'une lentille sphérique ou cylindrique, l'image de l'étincelle sur la fente, ce qui permet de se repérer exactement pour interrompre la pose et renouveler les fragments consumés du minéral. Au moyen d'un écran métallique percé de trous on découvre les hauteurs successives de la fente, ce qui permet de juxtaposer des spectres d'origines différentes et d'en identifier les raies, ainsi qu'on le voit dans la figure 2 pour les raies du soufre, en tube de Plücker et dans la galène, et dans la figure 4 pour les raies de l'argent dans l'argyrite et dans la galène. Une fente relativement large, de $0^{mm},015$ à $0^{mm},020$, est nécessaire pour obtenir le spectre de lignes du soufre (*fig.* 1 et 2). L'emploi d'objectifs achromatiques à trois lentilles, donnant une image plane, permet de photographier, audessus du spectre, l'image de l'échelle micrométrique en brûlant devant celle-ci une longueur déterminée de ruban de magnésium; on peut ainsi repérer immédiatement les raies (*fig.* 1) sans autre appareil de mesure. Pour l'ultra-violet où se rencontrent

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXVIII, CXIX, 1894; t. CXX, CXXI, 1895; et *Analyse spectrale directe des minéraux,* Paris, 1895, Béranger. — Voir aussi *Bull. Soc. de Minéralogie,* 1895.

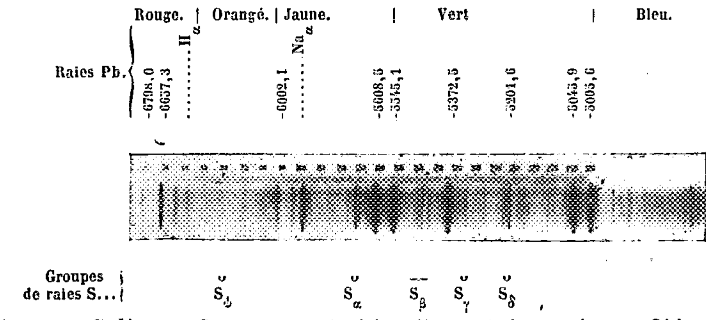


Fig. 1. — *Galène.* — Spectroscope à vision directe à deux prismes. Objectif de F = 22cm. Capacité = 0.013 MF. Plaque panchromatique Wratten et Wainwright.

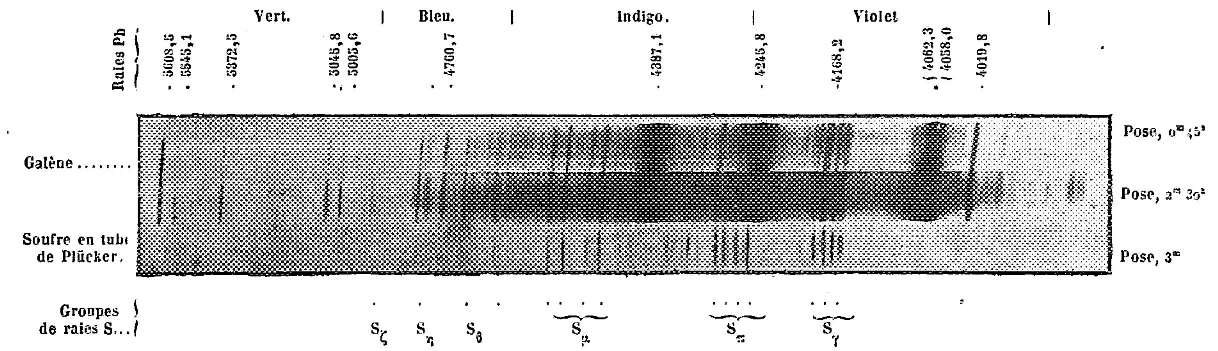


Fig. 2. — *Galène,* en coïncidence avec tube de Plücker à vapeurs de *soufre.* Capacité = 0.013 MF. Spectroscope à deux prismes en flint. Objectif de F = 33cm. Plaque panchromatique Lumière.

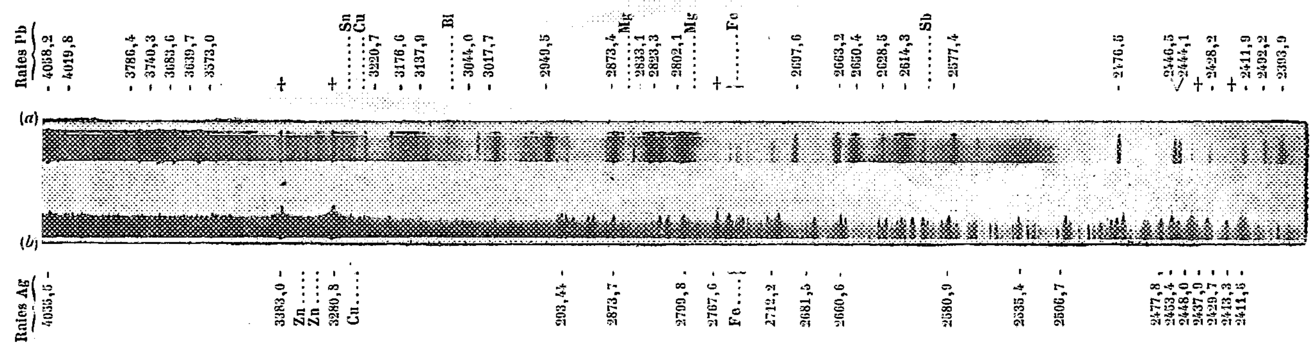


Fig. 3. — *Galène* (*a*) et *Argyrite* (*b*). — Spectrographe à prisme spath calcite. Objectif quartz de F = 40cm. Capacité = 0.013MF.

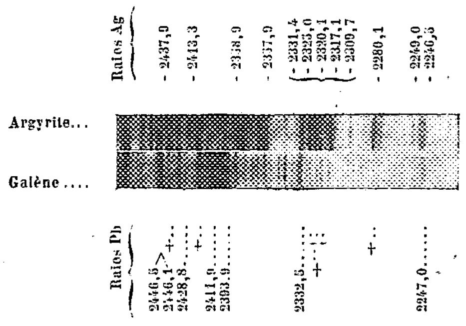


Fig. 4. — *Argyrite* et *galène.* — Spectrographe à prisme quartz (D.G.). Objectif quartz de F = 40cm. Capacité = 0.013 MF.

les raies les plus sensibles de la plupart des métaux j'ai eu recours de préférence à des objectifs simples en quartz, non achromatisés, ce qui nécessite une forte inclinaison de la plaque sur la direction du faisceau lumineux transmis par l'objectif.

Le porte-châssis est toujours mobile dans le plan vertical afin de permettre des poses successives sur la même plaque (voir *fig.* 3). Les clichés spectrogrammes, une fois obtenus, étaient mesurés au moyen d'un dispositif d'emploi plus rapide et beaucoup plus simple que les machines à diviser qu'on affecte généralement à cet usage. Le cliché est appliqué sur une platine en verre portant gravée une division en $\frac{1}{5}$ de millimètre, et mobile par une crémaillère dans le champ de l'objectif à faible grossissement (20 diam.) d'un microscope dont l'oculaire porte une division qui donne le $\frac{1}{10}$ de celle de la platine. On lit ainsi directement le $\frac{1}{50}$ de millimètre et, immédiatement, par l'estime, le $\frac{1}{100}$ de millimètre. On procède rapidement aux mesures en dictant à un assistant les intensités et les lectures d'échelles; on les transforme ensuite en longueurs d'ondes au moyen de courbes.

J'ai choisi ici comme exemple la galène PbS et l'argyrite Ag^2S; la simili-gravure ne donne malheureusement aucune idée de la finesse des clichés primitifs, agrandis deux fois, mais dont les noirs ont dû être empâtés pour faire apparaître les raies fines qui présentent de l'intérêt. Les groupes de lignes du soufre ayant été désignés seulement par des lettres sur les figures 1 et 2, je donne ici les λ des principales raies : ψ(6320; 6310; 629,0); α(5647,3; 5640,4); β(5473,8; 5454,0; 5433,0; 5429,0); γ(5345,8; 5320,9); δ(5212,8; 5201,2); μ(4552,6; 4525,1; 4483,6; 4464,2); π(4294,6; 4285,1; 4267,2; 4253,8); ρ(4174,9; 4162,9; 4153,3; 4145,3) et dans l'ultra-violet (3933,5; 3924,0; 3921,6) et 3838,0. Les raies de l'argent communes à l'argyrite et à la galène [de Pierrefitte (Hautes-Pyrénées)] sont marquées +, au milieu de celles du plomb; cette galène donne 2^{kg},428 d'argent à la tonne de plomb. Je ferai connaître ultérieurement les relations entre la présence de ces raies et la richesse en argent des galènes ou des plombs d'œuvre. Les lignes vertes de l'argent 5465,4 et 5209,0 se voient sur le cliché primitif (*fig.* 1) surtout en employant une self-induction [1] qui élimine les raies du soufre; elles sont beaucoup moins sensibles que les ultra-violettes 3383,0 et 3280,8 visibles encore pour 0,004 pour 100 d'argent. Les raies *ultimes* que j'ai fait connaître récemment (*Comptes rendus*, 21 mai 1907) décèlent la présence, dans l'argyrite et dans la galène, du cuivre, de l'étain, du fer (groupe 2753,4 à 2729,9), du calcium et du magnésium; la galène montre encore celle de l'antimoine (*fig.* 3, la raie désignée Sb 2598,2 et

(1) La self-induction favorise l'apparition des raies ultimes des substances présentes en faible quantité (voir *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902).

d'autres), du bismuth. L'argyrite donne en outre celles du plomb et du zinc qui se décèle toujours, ainsi que le calcium, dans toutes les argyrites et plus spécialement dans celle de Freiberg.

La comparaison d'un nombre assez grand de spectrogrammes de minéraux, la considération des raies ultimes et de celles de sensibilité un peu moindre, me font espérer trouver là une probabilité d'indications quantitatives dans les spectres d'émission, et je me livre maintenant à l'étude de cette question.

Je rappellerai en terminant que le procédé photographique ne donne pas, comme l'observation directe du spectre visible, la connaissance des raies brillantes et simplement passagères, comme, par exemple, les raies bleues du zinc dans la galène; le cliché résulte de la somme totale des émissions lumineuses produites pendant la pose et ne révélera rien sur l'hétérogénéité de la substance étudiée. Les résultats obtenus par les deux procédés ne sont donc pas tout à fait comparables et doivent être employés concurremment.

PHOTOCHIMIE. — *Sur la coagulation des albumines par l'action de la lumière ultra-violette et du radium.* Note de MM. **Georges Dreyer** et **Olav Hanssen**, présentée par M. Lippmann.

Dans un travail antérieur nous avons remarqué que des solutions albumineuses de toxines et d'enzymes, exposées à l'éclairage intense, se troublent par suite de la coagulation d'albumines. Ceci a lieu, à des degrés différents, pour des solutions de ricine, d'abrine, de trypsine, de chymosine, de papayotine.

Pour faire suite à ce travail, nous avons examiné l'action de la lumière sur différentes solutions albumineuses. Elles étaient toutes claires et, en général, incolores. Voici les albumines naturelles examinées : albumine de sérum, albumine d'œuf, globuline cristalline, fibrinogène, sérum de cheval. Les matières albuminoïdes transformées examinées sont : la syntonine et la peptone. Enfin les substances protéiques : la vitelline végétale et la caséine (Hammarsten).

Vu les recherches nombreuses sur l'action du radium sur la lécithine, nous avons aussi examiné l'action de la lumière sur ce corps.

La source de lumière était la lampe de Bang munie d'électrodes de fer ou d'argent réfrigérées d'eau. L'éclairage des liquides s'est fait soit dans des chambres de quartz

horizontales présentant une grande surface libre, soit dans des chambres de quartz dont la surface libre n'est que minimale. Les chambres étaient maintenues à une température constante de 15°-16° C. et à une distance constante de la source de lumière.

En indiquant qu'un corps ne se coagule pas nous entendons dire qu'à l'intensité de lumière et à la qualité de lumière dont nous nous sommes servis, nous n'avons pu constater de coagulation.

Voici les résultats de nos recherches :

1° Tant l'albumine de sérum que l'albumine d'œuf se coagulent sous l'action d'un éclairage intense et prolongé; l'effet se produit le plus facilement dans une solution acide, mais il a lieu aussi, quoique à un degré bien moindre, dans une solution neutre ou alcaline. La globuline se coagule beaucoup plus facilement que les deux autres.

2° Pour le fibrinogène, qui reste clair pendant l'éclairage, la faculté de coagulation en diminue sensiblement, si l'on chauffe après l'éclairage.

3° Le sérum de cheval, qui a une couleur jaune paille prononcée, ne se coagule que faiblement; tandis qu'en opérant l'éclairage après avoir ajouté l'acide acétique jusqu'à la réaction acide faible, on obtient une coagulation très prononcée.

4° La syntonine ne se coagule ni en solution acide ni en solution alcaline.

5° Une solution de peptone limpide reste claire pendant l'éclairage, en prenant une teinte jaune paille, dont nous n'avons pas encore examiné l'origine. Une solution de caséine claire ne se coagule pas non plus et subit le même changement de teinte.

6° De tous les corps que nous avons examinés, c'est la vitelline qui coagule le plus facilement. Il paraît que, par un éclairage continu, elle se précipite quantitativement.

7° Une solution de lécithine jaune se décolore à l'éclairage tout en restant claire. Aucune odeur de triméthylamine ne se laisse constater.

8° La preuve qu'à l'éclairage il s'agit d'une véritable coagulation, non pas d'une simple précipitation, c'est que les substances précipitées donnent les réactions ordinaires des albumines, étant insolubles dans des solutions salines fortes ou faibles ainsi que dans des solutions étendues acides et alcalines.

9° C'est, avant tout, aux rayons ultra-violets et retenus par le verre qu'est due la coagulation produite par la lumière.

10° Si l'on éclaire les substances qui se coagulent à la lumière dans des chambres plates à une grande surface libre, celle-ci se couvrira d'une membrane d'albumine dont l'épaisseur variera suivant la substance. Il faut voir,

sans doute, dans cette membrane, l'expression d'une forte augmentation, due à l'éclairage, de la viscosité de surface qui, suivant les recherches de Ramsden, s'y trouve toujours.

11° L'albumine le plus coagulable à la lumière, la vitelline, se coagule aussi à l'éclairement de radium. Nous n'avons trouvé rien de semblable pour la globuline, le fibrinogène, ni pour des solutions de ricine, de trypsyne, de présure, de coli-agglutine, quoique pour toutes ces substances le pouvoir d'agglutiner le sang et les bactéries et l'action enzymatique s'affaiblissent aussi — plus ou moins suivant les cas, c'est vrai — à l'éclairement de radium.

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs de formation des protoxydes alcalins.* Note de M. E. RENGADE, présentée par M. Lippmann.

Les chaleurs de formation des oxydes anhydres des métaux alcalins se calculent facilement si l'on mesure les effets thermiques relatifs :

1° A l'action du métal alcalin sur un excès d'eau :

$$2M + 2H^2O + aq = 2MOH + H^2 + aq \ldots + Q_1^{Cal};$$

2° A la dissolution dans un excès d'eau du protoxyde anhydre correspondant :

$$M^2O + H^2O + aq = 2MOH + aq \ldots + Q_2^{Cal}.$$

En ajoutant en effet à Q_1 les 69 calories absorbées par une molécule d'eau, décomposée dans la première réaction par le métal alcalin, on obtiendra la quantité de chaleur totale (M^2, O, H^2O, aq.) dégagée par la formation du protoxyde et sa dissolution. La chaleur de formation du protoxyde anhydre (M^2, O) sera donc la différence entre $Q_1 - 69$ et Q_2.

Les valeurs de Q_1 ont été déterminées, pour le sodium et le potassium, d'abord par Thomsen (¹) qui a trouvé respectivement $86^{Cal},9$ et $96^{Cal},2$, puis par R. Joannis (²), à qui des expériences très soignées ont donné les nombres 85,5 et 90,8. Les valeurs correspondantes relatives à la dissolution du rubidium et du cæsium ont été déterminées par Beketoff (³); il a trouvé, comme moyenne d'expériences très concordantes, $96^{Cal},4$ et $103^{Cal},1$.

(¹) THOMSEN, *Thermochemische Untersuchungen*, t. III, p. 234.

(²) JOANNIS, *Ann. Chim. Phys.*, 6e série, t. XII, 1887, p. 376.

(³) BEKETOFF, *Bull. Acad. Saint-Pétersbourg*, nouvelle série, t. I, 1889, p. 173, et t. III, 1894, p. 541.

Quant aux valeurs de Q_2, elles ont été également déterminées par Beketoff, mais sur des oxydes très impurs [1].

J'ai pensé qu'il serait intéressant de reprendre ces déterminations avec les protoxydes chimiquement purs que je suis récemment parvenu à préparer.

La seule difficulté de l'expérience provient de la violence même de la réaction, qui, si l'on n'y prend pas garde, produit une véritable explosion projetant l'eau hors du calorimètre. On ne peut donc faire tomber directement le protoxyde dans l'eau. Il faut l'enfermer dans une ampoule où l'on fait le vide et que l'on brise sous l'eau, de manière à provoquer une dissolution immédiate au contact d'un excès de liquide. Encore est-il prudent de ne pas employer une trop grande quantité de matière ($0^{mol},01$ au maximum pour 450^{cm^3} d'eau). La réaction est instantanée.

Pour évaluer le poids du protoxyde employé, on pesait préalablement l'ampoule scellée, vide d'air, où il était enfermé; puis, après l'expérience, les débris de l'ampoule recueillis sur un filtre taré. On avait par différence le poids de l'oxyde, en y ajoutant la poussée de l'air sur l'ampoule, dont on évaluait le volume en mesurant sa perte de poids dans l'eau distillée. Comme contrôle on titrait la solution alcaline avec une solution sulfurique $\frac{1}{5}$ normale, en présence d'hélianthine.

Voici les nombres moyens auxquels conduisent ces expériences :

	Na^2O, aq.	K^2O, aq.	Rb^2O, aq.	Cs^2O, aq
(1)	$56^{Cal},5$	$75^{Cal},0$	$83^{Cal},0$	$80^{Cal},6$

On a trouvé, d'autre part :

Na^2 + aq.	K^2 + aq.	Rb^2 + aq.	Cs^2 + aq.
$85^{Cal},2$ (Joan.)	$90^{Cal},0$ (Joan.)	$96^{Cal},4$ (Bek.)	$103^{Cal},1$ (Bek.)

On en déduit pour la réaction (M^2, O, H^2O, aq) :

$154^{Cal},2$	$159^{Cal},8$	$165^{Cal},4$	$172^{Cal},1$

et, par conséquent, comme chaleurs de formation des protoxydes :

(2)	$97^{Cal},7$	$84^{Cal},8$	$82^{Cal},4$	$91^{Cal},5$

Ces nombres suggèrent les réflexions suivantes :

1° Dans la colonne (1), les chaleurs d'hydratation et de dilution des protoxydes anhydres croissent régulièrement du sodium au rubidium. Mais le cæsium donne un nombre sensiblement égal, plutôt un peu plus faible.

2° Dans la colonne (2), la chaleur de formation diminue d'abord beau-

(1) Beketoff, *loc. cit.; Bull. Ac. Saint-Pétersbourg*, t. XXXII, 1888, p. 186, et *Mém. Acad. Sc. Saint-Pétersbourg*, t. XXX, n° 2, 1882.

coup du sodium au potassium, puis varie très peu du potassium au rubidium, enfin augmente notablement avec le cæsium. Il n'y a donc pas, comme on aurait pu s'y attendre, variation progressive et toujours dans le même sens de l'énergie d'oxydation quand on s'élève dans la série des métaux alcalins rangés par ordre de poids atomiques croissants.

3° Les différentes combinaisons binaires du sodium sont formées avec un dégagement de chaleur *moindre* que celles correspondantes du potassium. On voit que c'est le contraire qui a lieu avec les protoxydes. Cette différence est d'ailleurs de beaucoup supérieure aux erreurs d'expériences. On peut, du reste, en dire autant pour les chaleurs de formation des oxydes de rubidium et de cæsium, dont la différence, de sens contraire, est de 9^{Cal}. Toutefois, ces derniers nombres sont calculés à l'aide des données de Beketoff sur l'hydratation des métaux correspondants, et ces expériences sont assez délicates. Je me propose de les reprendre dans l'espoir d'élucider définitivement la thermochimie des protoxydes alcalins.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un anhydride mixte de l'acide sulfurique et de l'acide azotique.* Note de MM. **Amé Pictet** et **Georges Karl**, présentée par M. Arm. Gautier.

Nous avons observé que l'anhydride azotique se dissout avec dégagement de chaleur dans l'anhydride sulfurique fraîchement distillé et maintenu en fusion. Ce produit, soumis à la distillation, passe presque entièrement entre 218° et 220°, sous la forme d'un liquide épais qui se prend par refroidissement en une masse cristalline blanche et très dure, fusible à 124°-125°.

On obtient le même corps en dissolvant séparément les deux anhydrides dans le tétrachlorure de carbone et en mélangeant les deux solutions. Il se forme alors un abondant précipité cristallin qui, rapidement filtré et séché, présente les points de fusion et d'ébullition indiqués plus haut.

Le composé en question est extrêmement hygroscopique et fume à l'air. Introduit dans l'eau, il s'y dissout avec un grand dégagement de chaleur, en donnant un mélange des acide sulfurique et azotique. Nous avions d'abord pensé qu'il pouvait constituer l'anhydride mixte, le plus simple des deux acides, soit le *sulfate d'azotyle*, $SO^2\langle{}^{ONO^2}_{ONO^2}$; mais l'analyse nous a montré que sa composition répond à la formule $(SO^3)^4N^2O^5$. C'est donc un produit d'addition de l'anhydride azotique avec un anhydride sulfurique polymérisé,

et l'on doit probablement le regarder comme le *tétrasulfate d'azotyle :*

$$O\begin{cases} SO^2 - O - SO^2 - O - NO^2 \\ SO^2 - O - SO^2 - O - NO^2. \end{cases}$$

L'analyse a été faite en dissolvant dans l'eau un poids connu de la substance, et en déterminant dans la solution :

1° Le soufre comme $BaSO^4$,

2° L'azote par la méthode de Kjeldahl,

3° L'acidité totale par titrage.

Nous avons obtenu les chiffres suivants :

1°	0g,5779 de substance ont donné		1g,2528 $BaSO^4$
	0g,6517 » »		1g,4205 »
	S : Trouvé	29,77	29,93 pour 100
	S : Calculé pour $S^4N^2O^{17}$		29,91 »
2°	1g,0372 de substance ont donné 0g,0657 d'azote, soit		6,34 »
	Calculé pour $S^4N^2O^{17}$		6,54 »
3°	1g de substance a exigé pour sa neutralisation		0g,9570 NaOH
	Calculé pour $4H^2SO^4 + 2HNO^3$		0g,9354 »

Notre but principal, en préparant cet anhydride, était d'en étudier l'action sur les substances organiques. Nous espérions trouver en lui un agent de nitration énergique. L'expérience nous a montré qu'il attaque, en effet, avec la plus grande vivacité, la plupart des composés organiques, mais que les produits qui prennent ainsi naissance sont complexes. La nitration est le plus souvent accompagnée d'une sulfonation, et même, lorsqu'on opère à chaud, d'une oxydation ou d'une carbonisation. Nous n'avons, d'autre part, su trouver jusqu'ici aucun liquide qui pût le dissoudre sans être attaqué par lui, et qui pût servir, en le diluant, à m dérer et à régulariser son action. Nous nous bornerons à mentionner les quelques essais suivants :

Lorsqu'on introduit l'anhydride pulvérisé dans le benzène, il se manifeste, déjà à froid, une vive réaction. Après addition d'eau, on trouve dans la couche benzénique une certaine quantité de *nitrobenzène,* tandis que la couche aqueuse renferme de l'*acide benzène-monosulfonique,* que nous avons caractérisé en le transformant en son amide (point de fusion 149°).

Lorsqu'on verse le benzène sur l'anhydride en excès, la réaction est encore plus vive, et l'eau précipite ensuite une substance jaune qui cristallise dans l'alcool en longues aiguilles fusibles à 90° et qui constitue, par conséquent, le *méta-dinitrobenzène.*

On obtient ce même dérivé en faisant agir l'anhydride à froid sur le nitrobenzène.

La naphtaline, l'anthracène, le phénanthrène ne nous ont fourni, en revanche, que des produits goudronneux et incristallisables. La pyridine est aussi attaquée; il ne se forme cependant pas de dérivé nitré, mais probablement un produit d'addition des deux substances.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons du nickel et du cobalt avec le bore.* Note de M. **Binet du Jassonneix**, présentée par M. Ditte.

La combinaison du bore avec le nickel et le cobalt donne facilement au four électrique les composés NiBo et CoBo, préparés et décrits par H. Moissan (¹). Il est possible d'obtenir, de même que pour le fer (²), des combinaisons définies contenant moins de bore.

En chauffant entre 1100° et 1200°, dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'hydrogène, des mélanges agglomérés de métal et de bore, on prépare des fontes qui, par leurs propriétés et leur structure, rappellent les produits analogues obtenus avec le fer.

Les fontes de cobalt, qui contiennent environ 5 pour 100 de bore, sont constituées par une agglomération de petits cristaux prismatiques très allongés, visibles dans la cassure et parfois à la surface des lingots. Ces fontes ne sont attaquées que très lentement par l'acide chlorhydrique, à chaud; leur structure cristalline est alors mise en évidence, et, après désagrégation, elles laissent un résidu, encore plus difficilement attaquable, formé par le composé défini Co^2Bo, qui contient 8,5 pour 100 de bore. Ce borure se présente en petites aiguilles brillantes, d'une couleur gris d'acier, dont la densité est de 7,9 à 20°. Il est attaqué vivement par l'acide azotique et s'oxyde faiblement sous l'action de l'air humide. Le dosage du bore dans ce composé, ainsi que dans les fontes borées de cobalt, a été fait par la méthode indiquée pour les produits analogues obtenus avec le fer.

Les fontes de nickel dont la teneur en bore est voisine de 5 pour 100 ne laissent pas apercevoir de cristaux dans leur masse, à l'œil nu; mais leur structure cristalline est révélée par l'examen métallographique d'une surface polie. Elles sont attaquées très lentement à chaud par l'acide chlorhydrique, mais elles ne se désagrègent pas et le borure défini cristallisé qu'elles contiennent paraît se dissoudre en même temps que le reste de la fonte; la séparation de ce composé a pu être faite par une attaque électrolytique dans une solution de chlorure de nickel : l'anode formée d'un lingot de fonte se désagrège ainsi rapidement et il s'en sépare une poudre métallique formée de petits cristaux aciculaires très fins, d'une couleur légèrement jaunâtre, qu'un traitement peu prolongé par l'acide chlorhydrique concentré achève de purifier. Ce composé, dont la

(¹) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 424.
(²) Binet du Jassonneix, *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 121.

densité est de 8,0 à 20°, est attaqué vivement par l'acide azotique et s'oxyde légèrement à la longue dans l'air humide. Sa composition, déterminée par la méthode indiquée plus haut, répond à la formule Ni^2Bo (8,5 pour 100 de bore).

Les fontes borées de nickel et de cobalt dont la teneur en bore dépasse 20 pour 100, sont plus fusibles que les fontes analogues obtenues avec le fer. Elles s'obtiennent plus facilement au four électrique avec des courants moins intenses; préparées dans des creusets de magnésie, elles ne dissolvent qu'une très faible quantité de borure de carbone, formé par l'action des gaz carbonés du four à arc sur le bore en excès. Il n'a pas été possible de préparer des fontes contenant plus de 27 pour 100 de bore, et les composés $CoBo^2$ et $NiBo^2$ qui en contiennent respectivement 27,1 et 27,2 pour 100, constituent, dans les conditions de ces expériences, les limites supérieures de la combinaison du bore avec le cobalt et le nickel.

En résumé, le bore donne avec le nickel et le cobalt, en outre des composés NiBo et CoBo décrits par H. Moissan, les composés Ni^2Bo et Co^2Bo, $NiBo^2$ et $CoBo^2$, ces derniers représentant la limite supérieure de la combinaison directe des éléments.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau siliciure de platine.* Note de MM. **P. Lebeau** et **A. Novitzky**, présentée par M. Ditte.

Le silicium s'unit facilement au platine pour donner des fontes siliceuses beaucoup plus fusibles que le métal. Plusieurs savants ont cherché à déterminer la nature des composés définis qui prennent naissance dans cette union directe du platine et du silicium. Winkler (¹) en chauffant au rouge blanc, sous une couche de cryolithe, du platine avec un grand excès de silicium, obtint une masse dont la cassure grise était nettement cristalline et qu'il considéra comme répondant à la formule $Si^{12}Pt$. Plus tard, Guyard (²), en soumettant à la température du rouge vif des poids égaux de platine et de silicium ou de deux parties de platine pour une de silicium, prépara un siliciure entièrement soluble dans l'eau régale renfermant 9,5 pour 100 de silicium et dont la formule serait comprise entre Si^2Pt^3 et Si^3Pt^4.

M. Colson (³) en étudiant la siliciuration du platine en présence d'un mélange de noir de fumée et de silice a signalé les deux siliciures $SiPt^2$ et Si^2Pt^3. Enfin, plus récemment, M. Vigouroux (⁴) a reproduit le sili-

(¹) Winkler, *Journal fur prakt. Chem.*, t. XCI, 1864, p. 203.
(²) Guyard, *Bull. de la Soc. chim.*, 2ᵉ série, t. XXV, 1876, p. 510.
(³) Colson, *Comptes rendus*, t. XCIV, 1882, p. 26.
(⁴) Vigouroux, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ série, t. XII, 1897, p. 188.

ciure $SiPt^2$ en chauffant au four électrique du platine avec 10 pour 100 de son poids de silicium et il considère ce composé comme le plus riche en silicium qui puisse exister. En présence de ces données en apparence contradictoires nous avons repris l'étude de l'action du silicium sur le platine dans le but de fixer la limite de siliciuration.

Un mélange de silicium très divisé et de mousse de platine comprimé en pastilles est placé dans un creuset de charbon brasqué dans un creuset de porcelaine. L'ensemble est disposé dans un four Forquignon et Leclerc. Dès que la température atteint le rouge vif, la combinaison du silicium et du platine s'effectue avec un dégagement de chaleur qui produit une augmentation visible de l'incandescence et qui entraîne la fusion de la masse. Après une demi-heure de chauffe on a obtenu un culot bien fondu ayant l'aspect du silicium. L'examen d'une surface polie a permis de reconnaître l'existence de deux milieux très homogènes. L'un, nettement cristallisé attaquable par la potasse étendue, n'est autre que le silicium. L'autre, attaquable seulement par l'eau régale, a été moulé en quelque sorte entre les cristaux de silicium.

Sous l'action d'une solution étendue de potasse on parvient facilement à isoler le deuxième constituant qui, analysé, donne les résultats suivants :

	I.	II.	III.	Théorie pour SiPt.
Silicium	12,76	12,51	12,59	12,70
Platine	87,14	»	87,19	87,30

Une deuxième expérience a été faite dans des conditions différentes. Le mélange de platine et de silicium à parties égales était chauffé au moyen d'un four électrique à résistance. On chauffait 5 minutes environ, le courant ayant une intensité de 250 ampères.

Une surface polie du culot ainsi produit avait le même aspect que précédemment. Le silicium isolé par l'action de la potasse possédait une composition identique

	I.	II.
Silicium	12,68	12,74
Platine	86,42	»

Dans ces conditions expérimentales la limite de siliciuration du platine ne correspond pas à $SiPt^2$, mais à un siliciure défini non encore décrit de formule SiPt.

Le siliciure de platine ainsi préparé est formé de fragments présentant parfois des facettes planes, mais sans forme cristalline caractéristique. Ce produit, plus fusible que le silicium, se solidifie entre les cristaux de ce dernier. Pour obtenir ce composé à l'état cristallin nous avons dû faire intervenir des dissolvants possédant des points de

fusion moins élevés. Nous avons essayé dans ce but le siliciure de cuivre, le plomb, l'étain, l'aluminium et l'argent. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec ce dernier métal. On chauffe au four électrique à résistance 10^g d'argent, 10^g de silicium, 2^g de platine.

Le culot fondu est ensuite soumis à des traitements alternés à la lessive de soude étendue et à l'acide azotique.

Le siliciure de platine obtenu par cristallisation dans l'argent se présente sous l'aspect de cristaux prismatiques très fins formant parfois un véritable feutrage. Sa densité à 15° est 11,63. Il fond beaucoup plus facilement que le platine. Son point de fusion est voisin de 1100°.

L'acide azotique, l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique sont sans action sur ce composé. Il en est de même de l'acide fluorhydrique.

L'eau régale le dissout complètement. L'acide chlorhydrique bromé l'attaque lentement à froid et assez rapidement à chaud.

La potasse ou la soude en fusion, le bioxyde de sodium, les carbonates et les azotates alcalins réagissent violemment et parfois avec incandescence sur le siliciure de platine.

En chauffant ce siliciure avec de l'étain sans ajouter de silicium, ce siliciure se dissout et tend à se dissocier en donnant un mélange de cristaux prismatiques et de lamelles, et du silicium libre. Le résidu lavé à la potasse renfermait 7,4 pour 100 de silicium. $SiPt^2$ exigerait 6,78 pour 100 de silicium.

En résumé, le silicium et le platine donnent par union directe un siliciure correspondant à la formule SiPt. Ce composé, qui peut être obtenu cristallisé, a des propriétés chimiques assez voisines de celles du platine; toutefois il s'attaque plus facilement par les oxydants.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un mode général de préparation des bromures métalliques anhydres, à partir des oxydes.* Note de M. **F. Bourion**, présentée par M. A. Haller.

C'est sous forme d'oxydes, que l'on obtient le plus facilement, à l'état de pureté, la plupart des éléments très électro-positifs.

La méthode générale de préparation des bromures anhydres, qui consiste à traiter par le brome le mélange des oxydes avec le charbon, est d'un emploi très incommode et ne s'applique en outre qu'à la préparation des bromures volatils. Il était donc intéressant de chercher une méthode nouvelle; celle que je propose permet de préparer les bromures fixes, et à basse température.

J'ai d'abord essayé de faire réagir, sur les oxydes chauffés à des températures variables, le bromure de soufre ou le bromure de phosphore, composés

qui renferment, à côté du brome nécessaire à la formation du bromure, un élément réducteur, soufre ou phosphore, susceptible de se combiner à l'oxygène de l'oxyde.

Les oxydes de *thorium*, de *zirconium*, d'*aluminium*, de *fer*, de *titane*, soumis à l'action de ces bromures métalloïdiques ou à celle de leur mélange avec la vapeur de brome, sont restés inaltérés ou ont donné lieu à des transformations si incomplètes, qu'elles ne peuvent, en aucun cas, constituer un mode de préparation.

J'ai obtenu de bons résultats par l'action simultanée du gaz bromhydrique et du chlorure de soufre S^2Cl^2, sur les oxydes chauffés à des températures convenables. Lorsque le chlorure de soufre en excès arrive au contact du gaz bromhydrique, il est partiellement transformé en bromure de soufre rouge foncé. Le chlorure de soufre qui n'a pas réagi transforme ensuite en chlorure l'oxyde métallique chauffé. En interrompant ensuite l'arrivée du chlorure de soufre, le gaz bromhydrique produit ultérieurement la transformation intégrale (1) en bromure. Tous les bromures métalliques étudiés dans ce travail ont d'abord été préparés de cette façon.

Mais cette méthode, qu'il convient d'employer avec des oxydes difficilement réductibles, comme la *thorine* ThO^2, peut être avantageusement modifiée, avec des oxydes plus faciles à réduire, comme ceux de *nickel* et de *cobalt*. J'ai constaté, en effet, qu'à une température inférieure au rouge, le gaz bromhydrique seul les transforme en bromures anhydres; il en est de même des oxydes du groupe des terres rares. Toutefois, on améliore la préparation en faisant arriver de petites quantités de chlorure de soufre, en même temps que le gaz bromhydrique. Le chlorure de soufre, totalement transformé en bromure, dilue l'acide et permet une transformation intégrale de l'oxyde en bromure, même lorsque le courant de gaz bromhydrique est rapide; car le gaz bromhydrique passant seul et rapidement, sur l'oxyde chauffé, donne une transformation incomplète par suite de l'empâtement de la masse (2). En outre, le bromure de soufre réagit sur la vapeur d'eau formée, en régénérant du gaz bromhydrique, et permet ainsi une meilleure utilisation de ce dernier; la vitesse de transformation est augmentée, ainsi que j'ai observé le fait, dans la préparation du bromure de *samarium*. Au lieu de distiller le chlorure de soufre S^2Cl^2, à sa température d'ébullition

---

(1) Les bromures que j'ai préparés ainsi renferment au plus $\frac{1}{200}$ de leur poids d'oxyde non transformé.

(2) L'oxyde de néodyme a donné lieu, dans ces conditions, à une incandescence avec production d'un oxybromure dont je poursuis l'étude.

(135°-136°), il faut chauffer ce réactif de telle sorte que la température de la vapeur qu'il dégage soit comprise entre 60° et 90°. Dans ces conditions seulement, les bromures sont rigoureusement exempts de chlorures.

Le gaz bromhydrique, pur et sec, ne doit pas barboter dans le chlorure de soufre liquide, qu'il transformerait rapidement en bromure.

Toutes ces transformations ont pu être faites dans des tubes en verre d'Iéna, à une température ne dépassant pas le rouge et souvent inférieure.

Tétrabromure de thorium. — Si l'on distille sur de la thorine, dans un courant lent de gaz bromhydrique, le chlorure de soufre à 135°, et qu'on fasse passer ensuite le gaz bromhydrique seul, on obtient le *tétrabromure de thorium* $ThBr^4$, formant une masse blanche cristalline. Si le chlorure de soufre ne passe qu'à 125° dans un courant de gaz bromhydrique, on obtient l'*oxybromure de thorium* $ThOBr^2$, sous forme d'une masse blanche amorphe et friable, se dissolvant totalement dans l'eau, avec un léger sifflement.

Le *sesquioxyde de chrome* Cr^2O^3 a donné le *bromure* $CrBr^3$ dans les mêmes conditions que celles où l'on obtient le tétrabromure avec la thorine. Il se présente en écailles cristallines noires, presque entièrement solubles dans l'eau à l'ébullition.

Les oxydes de *nickel* NiO, de *cobalt* CoO, ont donné le *bromure de nickel* $NiBr^2$ jaune saumon et le bromure de *cobalt* $CoBr^2$ vert, tous deux magnifiquement cristallisés.

Quant aux oxydes du groupe *des terres rares,* ils ont tous donné des bromures du type MBr^3, quel que soit le degré d'oxydation de l'oxyde employé. Les bromures de *néodyme,* de *praséodyme,* de *samarium* et de *cérium* étaient fondus dans les conditions de leur formation ; les autres ne l'étaient pas, dans les mêmes conditions.

Les bromures fondus se dissolvent lentement dans l'eau; les bromures non fondus s'y dissolvent avec sifflement. Tous donnent une solution sans action sur le méthylorange, et font virer au rouge vineux le tournesol sensible, exactement comme les chlorures du même groupe.

L'*oxyde de néodyme* Nd^2O^3 violet a donné le *bromure violet* $NdBr^3$.

L'*oxyde de praséodyme noir* Pr^4O^7 a donné le *bromure vert* $PrBr^3$.

L'*oxyde de samarium* Sm^2O^3, blanc jaunâtre, a donné le *bromure* $SmBr^3$, jaune un peu plus clair que le chlorure correspondant.

L'*oxyde de cérium* CeO^2, blanc jaunâtre, a donné le *bromure* $CeBr^3$.

Les oxydes de *lanthane* La^2O^3, de *dysprosium* Dy^2O^3, de *gadolinium* Gd^2O^3, d'*ytterbium* Yt^2O^3, de *terbium* Tb^4O^7, ont donné des bromures blancs du type MBr^3.

En résumé, l'emploi simultané du chlorure de soufre S^2Cl^2 et du gaz bromhydrique fournit un moyen commode de préparation des bromures fixes anhydres, à partir de leurs oyxdes. Il m'a conduit à la préparation des bromures connus de *thorium* $ThBr^4$, de *chrome* $CrBr^3$, de *nickel* $NiBr^2$, de *cobalt* $CoBr^2$, de *néodyme* $NdBr^3$ et de *cérium* $CeBr^3$; à celle d'un *oxybromure de thorium* $ThOBr^2$, des bromures de *lanthane* $LaBr^3$, de *sama-*

rium SmB^3, de *praséodyme* $PrBr^3$, de *gadolinium* $GdBr^3$, de *dysprosium* $DyBr^3$, d'*ytterbium* $YtBr^3$ et de *terbium* $TbBr^3$, obtenus pour la première fois.

J'étudie l'action de ces mélanges gazeux sur les oxydes susceptibles de donner des produits volatils.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages de nickel et d'étain.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons déjà (1) publié un certain nombre de résultats nouveaux acquis dans nos recherches relatives à l'action réciproque du nickel et de l'étain. Le présent exposé résume ce qui a été constaté sur ces mêmes alliages lorsqu'ils comportent des teneurs comprises entre 40 et 57 pour 100 du dernier métal.

Les opérations s'effectuent toujours en chauffant les deux corps purs dans des nacelles en magnésie placées à l'intérieur de tubes en porcelaine parcourus par de l'hydrogène pur et sec et portés dans des fours à gaz jusqu'au voisinage de leur point de ramollissement.

Un *premier essai* a fourni un culot renfermant :

Nickel....................	53,76	pour 100
Etain....................	45,34	»
Total.........	99,10	»

Ce culot, bien fondu, présente des reflets légèrement bronzés dus vraisemblablement à la présence du composé déjà décrit Ni^3Sn. A l'aide d'une solution renfermant 25 pour 100 d'acide chlorhydrique pur commercial, après l'avoir broyé au mortier d'Abich, on attaque ce corps assez aisément : l'action est vive en commençant et, dans la liqueur, il passe avec de l'étain une grande quantité de nickel. Le résidu ainsi abandonné, après nouvelle pulvérisation, est encore repris par la solution chlorhydrique à 25 pour 100 à l'état bouillant. L'analyse de la substance non attaquée révèle les chiffres suivants :

	I.		II.	
Nickel...........	52,15	pour 100	53,05	pour 100
Étain............	48,77	»	47,89	»
Total......	100,92		100,94	

(1) E. Vigouroux, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 18 mars 1907, p. 639; même Tome, 2 avril 1907, p. 712; même Tome, 17 juin 1907, p. 1351.

Enfin, trois nouvelles attaques successives, opérées dans les mêmes conditions et avec de l'acide chlorhydrique au même degré de concentration, fournissent respectivement les chiffres I après la première, II après la deuxième, III après la troisième :

	I.	II.	III.
Nickel pour 100.....	45,80	44,30	42,73
Étain »	55,68	55,70 (différence)	57,20
Total.....	101,48	100,00	99,93

Cette dernière effectuée, il ne restait plus qu'un résidu de 0g,195 sur environ 8g de matière première mise en attaque.

Un *deuxième essai*, préparé comme précédemment, avec de l'étain grenaillé et du nickel en poudre versé dans les interstices, donne, comme résultat, un corps titrant :

Nickel..................	47,96	pour 100
Étain....................	52,71	»
Total.........	100,67	

Ce lingot est sonore, cassant, très dur, difficilement rayé par l'acier, se brise en tombant sur le ciment et ne présente pas de cristaux facilement discernables; sa nuance est très légèrement bronzée, peut-être encore en raison de la présence de Ni^3Si.

Les traitements à l'acide azotique ne modifient pas sensiblement sa composition. Sous l'action de l'acide chlorhydrique commercial en solution aqueuse en renfermant 5 pour 100, le résidu obtenu, après une première attaque, amène les résultats fournis par I; après une seconde, très prolongée de façon qu'il ne reste que très peu de matière, ceux exprimés par II :

	I.	II.
Nickel pour 100......................	44,78	42,55
Étain »	56,00	57,28
	100,78	99,83

Un *troisième essai* est également tenté, toujours dans les mêmes conditions, avec des proportions telles de nickel et d'étain que le culot fondu renferme environ 56 pour 100 de ce dernier.

L'alliage obtenu présente une cassure métallique, brillante, grenue et privée du reflet bronzé remarqué dans les deux premiers échantillons. Il est très fragile, susceptible de s'effriter un peu entre les doigts et de tomber en poussière si l'on fait agir le mortier d'Abich. Une attaque effectuée à l'aide d'une solution aqueuse renfermant 25 pour 100 d'acide chlorhydrique du commerce, attaque qui se manifeste assez vive, abandonne une substance résiduelle également très faible dont la constitution est encore très voisine de celle des corps isolés précédemment.

Bref, pour ces teneurs en étain comprises entre 40 et 50 pour 100, les bronzes à base de nickel nous ont finalement abandonné, par des traite-

ments appropriés, des corps de composition identique répondant assez exactement à la formule Ni^3Sn^2 qui exige, en proportions centésimales : nickel 42,35; étain 57,65. Nous nous proposons de vérifier, par des essais physiques, si cette formule répond réellement à celle d'un composé défini.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Action de l'étincelle électrique sur le mélange azote-oxygène aux basses températures.* Note de MM. **E. Briner** et **E. Durand**, présentée par M. G. Lemoine.

Dans une Note antérieure ([1]), on trouvera décrit un dispositif chaud-froid, basé sur l'emploi des basses températures et destiné à l'étude de la formation de l'ammoniaque à partir de ses éléments. Ce dispositif permet de mettre en évidence d'une façon commode l'action synthétique de l'étincelle électrique, toutes les fois que le corps produit a un point d'ébullition notablement supérieur à ceux de ses constituants; dans ce cas, il se condensera au fur et à mesure de sa formation, sur les parois refroidies du tube-laboratoire et échappera ainsi à l'action destructrice de l'étincelle.

Nous avons appliqué ce dispositif à l'étude du mélange azote-oxygène qui satisfait à cette condition. Comme dans le travail précité, auquel nous renvoyons pour les détails de mesures et de calculs, les quantités d'azote fixées se déduisent des dénivellations manométriques et sont rapportées à l'énergie électrique consommée.

Nos recherches ont porté sur les trois mélanges :

$$4N^2 + O^2 \text{ (air)}, \qquad N^2 + O^2, \qquad N^2 + 2O^2.$$

Les deux derniers mélanges ont été préparés en ajoutant de l'oxygène à l'air. Nous avons tout d'abord étudié sur l'air les concentrations limites atteintes par le peroxyde NO^2 formé; le tube-laboratoire était successivement maintenu à la température ordinaire, à la température du mélange acide carbonique solide-éther (environ $-80°$) et à la température de l'air liquide (environ $-190°$). Les concentrations limites observées à ces trois températures sont : 5 à 6 pour 100, 12 à 15 pour 100, 20 pour 100; cette dernière concentration correspond à une fixation presque totale de l'oxygène.

Pour déterminer l'influence de la composition du mélange et de la pression sur le rendement, les expériences ont été effectuées seulement à la température de l'air liquide. Les dénivellations du manomètre ont été relevées alors que le tube-laboratoire restait plongé dans l'air liquide; de cette façon, on évite toute correction concernant les proportions difficiles à déterminer, relatives aux composés N^2O^4 et NO^2 formés, et l'on

([1]) Briner et Mettler, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 694.

préserve en même temps le mercure du manomètre de toute attaque par les oxydes d'azote. Dans ces conditions, le peroxyde d'azote, qui se dépose sous forme d'un solide blanc, n'a pas de tension de vapeur appréciable et la teneur x (en pour 100) du mélange calculée en NO^2, est donnée par la relation :

$$x = \frac{200}{3}\left(1 - \frac{p'}{p}\right),$$

où p et p' sont respectivement les pressions initiale et finale du mélange.

Le corps qui se condense au cours de l'opération est presque exclusivement du peroxyde d'azote, car, si l'on part d'un mélange répondant exactement à la formule $N^2 + 2O^2$, on arrive, après un certain temps, à produire le vide dans le tube-laboratoire. Cependant, dans les régions les plus rapprochées des électrodes, nous avons remarqué, quel que soit le mélange gazeux employé, une tache bleu foncé qui se résout en une gouttelette bleue lorsqu'on laisse le tube-laboratoire revenir à la température ordinaire. La proportion de ce corps bleu, qui ne peut être que de l'oxyde N^2O^3, est certainement extrêmement faible, car, en immergeant de nouveau le tube dans l'air liquide, les produits condensés sont à peine teintés en bleu et la pression reprend à peu de chose près sa valeur primitive.

Dans nos expériences, la fixation de l'azote aurait donc lieu, conformément au processus généralement admis, de la manière suivante : dans les régions très chaudes, formation de NO, seul oxyde d'azote stable aux températures élevées; dans les régions plus froides, oxydation de ce corps en N^2O^3, puis en $NO^2(N^2O^4)$, qui se condense sur les parois de l'appareil; le corps bleu représentant une fraction minime de N^2O^3 ayant échappé à l'oxydation ultérieure.

Voici les rendements obtenus en opérant sur les trois mélanges dans des conditions absolument identiques :

Composition des mélanges.	$4N^2 + O^2$.	$N^2 + O^2$.	$N^2 + 2O^2$.
Rendement en gramme de NO^2 par kilowatt-heure....	0,55	0,77	0,50

Le rendement le plus avantageux correspond au mélange $N^2 + O^2$, ce qui est d'accord avec les prévisions théoriques déjà plusieurs fois vérifiées et d'après lesquelles l'azote est fixé tout d'abord à l'état de NO.

Dans une seconde série d'expériences effectuées avec un autre tube-laboratoire sur le mélange $(N^2 + 2O^2)$, nous avons déterminé les rende-

ments à différentes pressions : de la pression de 460^{mm} à la pression de 217^{mm}, le rendement oscille entre $0^g,8$ et $0^g,6$ de NO^2 par kilowatt-heure; aux faibles pressions, comme pour la formation de l'ammoniaque, le rendement s'élève notablement entre les pressions de 145^{mm} à 4^{mm}; il atteint alors une valeur moyenne de $1^g,43$.

En comparant les quantités d'azote fixées dans des conditions identiques, à l'état de NO^2 et à l'état de NH^3 dans les expériences citées plus haut, on constate que la fixation de l'azote à l'état d'oxyde donne de meilleurs rendements. Cela tient sans doute à ce que l'ammoniaque est moins stable aux températures élevées que l'oxyde d'azote; néanmoins, il semble naturel d'attribuer une commune origine à ces deux modes de fixation de l'azote, soit : dissociation des molécules N^2, O^2, H^2 en leurs atomes et recombinaison à l'état de NO ou de NH^3; l'oxyde NO échappant mieux à la destruction que le gaz NH^3. Il serait difficile d'expliquer autrement la genèse, dans les mêmes conditions, d'un composé exothermique tel que NH^3 et d'un composé endothermique tel que NO.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Discontinuités observées dans les conductibilités moléculaires des sulfates chromiques dissous.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

Par ses nombreuses formes isomériques, le sulfate chromique se prête à des comparaisons qui prolongent le champ de la physico-chimie. J'ai déjà montré [1] que l'abaissement cryoscopique des solutions chromiques n'est pas en rapport avec le degré d'ionisation; je vais établir, par la comparaison des conductibilités électriques moléculaires, que ces solutions éprouvent d'importantes modifications sous l'influence de la dilution.

I. Les dissolutions que j'ai étudiées ont été faites à 0°, et elles ont été diluées avec de l'eau distillée refroidie par de la glace, de façon à éviter tout réchauffement. A l'origine, elles renfermaient toutes environ $\frac{1}{10}Cr^2(SO^4)^3$ par litre, exactement 40^g. La première, A, contenait le sulfate violet ordinaire; la deuxième, B, était constituée par le sulfate vert obtenu en chauffant à 90° le sulfate violet solide. L'appareil employé était celui de MM. Dongier et Lesage, muni d'un monotéléphone Mercadier. Voici les

(1) *Comptes rendus*, mars 1907.

conductibilités moléculaires observées et exprimées avec les unités qui ont servi à M. Kohlrausch :

Dilutions.		A à 0°.	A après réchauffement 3 jours.	B à 0°.	B après réchauffement 3 jours.	B après réchauffement 15 jours.
40g	par litre...	81	»	103	»	»
4	» ...	141	(146)	135	(163)	»
0,4	» ...	176	(270)	169	(210)	[240]
0,04	» ...	460	(475)	178	»	[405]
0,004	» ...	»	(910)	453	»	»

Dans l'hypothèse d'Arrhénius, le passage du courant dans une solution saline est dû au transport des masses électriques par les ions libres positifs et négatifs. De sorte que l'accroissement de la conductibilité moléculaire tient à deux causes : soit à une élévation du degré de dissociation (du nombre des molécules dissociées en ions), soit à une segmentation des ions primitivement mis en liberté. Ces deux causes d'augmentation apparaissent successivement dans le cas du sel vert B. En effet, par la dilution, la conductibilité moléculaire atteint comme d'habitude une valeur limite (ici 170-178) correspondant à la dissociation en ions de toutes les molécules initiales; puis, sous l'influence d'une dilution plus grande, ces ions primitifs se segmentent et portent brusquement la conductibilité de 178 à 453. Un saut analogue apparaît sur le sel A.

Ces deux effets se superposent par suite d'un réchauffement, surtout quand il est prolongé, et ils donnent l'illusion d'une action continue; c'est ce que dénotent les nombres inscrits entre parenthèses dans le Tableau ci-dessus. Ils ont été déterminés à la température de la glace fondante après un réchauffement de plusieurs jours à une température ambiante d'environ 20°. Dans tous les cas, la dislocation moléculaire de ces sulfates dissous augmente avec la dilution, plus encore avec la température, et elle persiste à froid.

II. Les sels verts préparés à froid par l'action du gaz sulfureux sur l'anhydride chromique CrO^3 dissous, donnent des résultats semblables. Voici les nombres observés sur un composé C qui avait rigoureusement la composition d'un sulfate bidissimulé, et dont la dilution a été constamment faite avec de l'eau à 0°. Parallèlement sont inscrites, sous la lettre C', les conductibilités moléculaires relatives au même sel réchauffé pendant 3 jours

à 20°, puis ramené à 0° en vue des mesures :

Dilutions par litre.	Conductibilités du sel C.	du sel C'.
80	52	65
8	90	122
0,8	123	244
0,08	166	413
0,008	366	»

Ici encore la dislocation moléculaire, accusée par une ionisation croissante, augmente avec la dilution et avec la température, et elle persiste à froid. De sorte que tous les sulfates chromiques subissent une désagrégation analogue en dissolutions étendues.

III. L'existence de ces phénomènes ne dépend pas de l'hypothèse des ions. Quant à leur nature, elle paraît être liée à l'hydrolyse. En effet, toutes choses égales, l'acide sulfurique étendu est beaucoup plus conducteur que les sulfates métalliques ([1]), par conséquent une augmentation de la conductibilité moléculaire est nettement explicable par une mise en liberté d'acide répondant à une réaction telle que

$$2Cr^2(SO^4)^2 + H^2O = SO^4H^2 + Cr^4O(SO^4)^5.$$

De fait, cette première phase répond assez bien au dosage acidimétrique opéré sur une dissolution chromique à $\frac{1}{1000}$ de molécule par litre; et, comme, d'après mes mesures, l'acidité paraît s'accroître avec la dilution, on conçoit que d'autres hydrolyses succèdent à la première, par exemple :

$$Cr^4O(SO^4)^5 + 2H^2O = SO^4H^2 + 2Cr^2(SO^4)^2(OH)^2,$$

ou qu'elles se superposent à celle-ci.

L'acidimétrie précise donc la dislocation en ions; toutefois elle n'a pas la sensibilité des méthodes électrophysiques inaugurées par M. Kohlrausch et par M. Bouty.

([1]) D'après Kohlrausch la conductibilité pour 1^{mol} par litre est 183 pour SO^4H^2, 21 pour SO^4Mg, 20 pour SO^4Zn, etc.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire des protéines extraites des farines de céréales par l'alcool aqueux.* Note de MM. **Lindet** et **L. Ammann**, présentée par M. Th. Schlœsing fils.

L'étude des propriétés et de la composition chimique des protéines solubles dans l'alcool aqueux, que renferment les farines de céréales, a été faite : pour le froment, par Fleurent, par Osborne et ses collaborateurs Woorhees et Harris; pour le seigle et pour l'orge, par Osborne; et pour le maïs, par Donard et Labbé. Mais ces savants ont laissé de côté l'étude méthodique des pouvoirs rotatoires de ces protéines, c'est-à-dire le procédé qui permet, avec le plus de garanties, de les distinguer les unes des autres. Nos recherches ont porté sur les protéines, solubles dans l'alcool, du froment, du seigle, de l'orge et du maïs; l'avoine et le riz n'en renferment que des quantités insignifiantes.

Nos échantillons ont été préparés en traitant la farine par de l'alcool à 70 pour 100, et en précipitant la solution par l'eau ou l'eau salée. La protéine était ensuite redissoute; toutes nos observations polarimétriques ont été faites en présence de l'alcool à 70 pour 100; nous avons constaté en effet que, au-dessus de cette teneur, le pouvoir rotatoire diminue avec la concentration de l'alcool. Le poids de protéine qui entre dans le calcul du pouvoir rotatoire a été, pour des raisons qui trouveront place dans le Mémoire, déduit du dosage d'azote, et le chiffre trouvé a été multiplié par 5,66 pour le froment et le seigle, par 5,80 pour l'orge, et par 6,25 pour le maïs, coefficients qui résultent de la teneur en azote, telle qu'elle a été donnée par les auteurs précités. Nous nous sommes assurés que la rotation est proportionnelle à la quantité de protéine dissoute dans la liqueur.

Froment. — Le pouvoir rotatoire de la gliadine du froment a été déjà déterminé par Kjeldahl et confirmé par Osborne et Harris ($\alpha_D = -92°$). Nous avons constaté, sur une vingtaine d'échantillons, que ce chiffre est rarement atteint et que le pouvoir rotatoire de la gliadine, dissoute dans l'alcool à 70 pour 100, oscille entre $-81°,6$ et $-92°,7$ sans que l'on puisse expliquer ces oscillations, soit par la nature de la farine, blanche ou bise, tendre ou dure, soit par le procédé employé pour extraire la gliadine.

Cette observation enlève toute valeur aux procédés qui ont été proposés pour doser la gliadine au moyen du polarimètre.

Les variations du pouvoir rotatoire de la gliadine brute concordent avec l'hypothèse

d'un mélange de gliadines, dont les propriétés seraient analogues, et les courbes de solubilité dans l'alcool étendu très rapprochées.

C'est dans l'alcool à 70 pour 100 que les gliadines offrent leur maximum de solubilité, et nous avons pu, en recourant à la précipitation fractionnée d'une solution de cette teneur, soit par l'alcool en excès, soit par l'eau, dédoubler la gliadine en deux gliadines, ($\alpha_D = -81°,6$ et $-95°,0$). Le procédé qui nous a le mieux réussi a consisté à ajouter à la solution une quantité d'eau telle que son titre alcoolique tombe de 70 à 40 pour 100; la première de ces gliadines est totalement insoluble dans l'alcool à 40 pour 100, tandis que la seconde reste en solution, et peut être précipitée par un excès d'eau. Nous avons également obtenu cette dernière gliadine en traitant directement la farine par de l'alcool à 50 pour 100, et en précipitant la solution par l'eau salée.

Le pouvoir rotatoire de la gliadine peut être pris en solution acide ou alcaline; mais par suite de la formation d'acido- ou d'alcali-protéines, les déterminations manquent de précision.

Seigle et Orge. — Osborne a considéré que la protéine du seigle est identique, et la protéine de l'orge, analogue à la gliadine du froment; cette dernière seule en diffère par sa composition élémentaire.

La protéine brute du seigle, soluble dans l'alcool à 70 pour 100, nous a fourni des pouvoirs rotatoires variant de $-107°,6$ à $-112°,2$. Là encore, le pouvoir rotatoire représente une moyenne, et il est facile, en ajoutant de l'alcool fort, de façon que la solution renferme 80 pour 100 d'alcool, de précipiter une protéine, dont l'aspect caoutchouté et gélatineux ne rappelle en rien celui de la gliadine, et dont le pouvoir rotatoire est beaucoup plus élevé ($\alpha_D = -137°,5$), tandis qu'il reste en solution une protéine ($\alpha_D = -87°,8$), correspondant au mélange des deux gliadines du froment.

Nous avons retrouvé dans l'orge, et par le même procédé, cette protéine, dont nous venons de signaler la présence dans le seigle. Elle semble également accompagnée de gliadine, mais la quantité que l'orge en renferme est si faible que nous n'avons pu fractionner jusqu'à obtenir un produit ayant le pouvoir rotatoire de la gliadine du froment.

Maïs. — Donard et Labbé ont distingué trois maïsines : α, soluble dans l'alcool éthylique et dans l'alcool amylique; β, soluble dans l'alcool éthylique seulement; γ, soluble dans les alcalis. Nous avons négligé cette dernière, à cause de l'incertitude que présente, au point de vue du pouvoir rotatoire, le procédé d'extraction à la soude, et nous avons soumis à l'examen polarimétrique les deux premières. Les chiffres trouvés sont, pour la maïsine α, $\alpha_D = -29°,6$, et, pour la maïsine β, $\alpha_D = -40°,0$. Ce sont donc deux protéines différentes.

En résumé, nous avons : 1° dédoublé la gliadine de froment en deux gliadines ($\alpha_D = -81°,6$ et $-95°,0$); 2° signalé dans le seigle et dans l'orge une protéine nouvelle ($\alpha_D = -137°,5$), que, pour ne pas compliquer la terminologie, nous proposons de nommer *hordéine*, nom sous lequel Osborne a désigné l'ensemble des protéines de l'orge; 2° montré que les

deux maïsines de Donard et Labbé représentent bien deux espèces distinctes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide menthane dicarbonique*-1-8 *et sur une nouvelle cétone bicyclique.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **V. Grignard**, présentée par M. A. Haller.

Dans le cours de recherches que nous avons entreprises sur un certain nombre de terpadiènes peu connus, nous avons été conduits à étudier l'action de l'anhydride carbonique sur les dérivés organomagnésiens du dichlorhydrate de dipentène. Cette Note a pour objet de faire connaître quelques-uns de nos résultats..

La réaction du magnésium en poudre sur la solution éthérée du dichlorhydrate de dipentène se réalise facilement, en amorçant au début avec un peu de bromure d'éthyle, et donne naissance à trois combinaisons organométalliques : un dimagnésien et deux monomagnésiens qui répondent vraisemblablement aux formules ci-dessous :

CH^3
|
$C — MgCl$
CH^2 / \ CH^2
CH^2 \ / CH^2
CH
|
$CH^3 — C — CH^3$
|
$MgCl$

CH^3
|
C
CH^2 / \\ CH
CH^2 \ / CH^2
CH
|
$CH^3 — C — CH^3$
|
$MgCl$

CH^3
|
$C — MgCl$
CH^2 / \ CH^2
CH^2 \ / CH^2
CH
|
$CH^3 — C = CH^2$

En même temps, une forte proportion du dichlorhydrate est complètement déchlorhydratée et transformée presque entièrement en un hydrocarbure bouillant à 171°-175° et qui paraît être du dipentène.

L'action du gaz carbonique sur le mélange des magnésiens conduit, après traitement par l'eau, à un acide bibasique et à deux acides monobasiques isomères, non saturés. Le premier se sépare aisément en agitant la solution éthérée des acides libres et de l'hydrocarbure qui les accompagne avec du bicarbonate de soude; les acides monobasiques, au contraire, ne peuvent être extraits convenablement que par l'action de la soude diluée.

Nous ne nous occuperons ici que de l'acide bibasique qui doit être l'acide menthane dicarbonique-1-8 :

$$\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ C - CO^2H \\ CH^2 \diagup \quad \diagdown CH^2 \\ CH^2 | \quad | CH^2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ CH \\ | \\ CH^3 - C - CH^3 \\ | \\ CO^2H \end{array}$$

Cette formule montre que cet acide peut exister sous deux modifications stéréoisomères, comme le dichlorhydrate générateur et, de fait, nous avons pu isoler les deux formes.

La modification *cis*, la plus abondante, se présente comme une poudre microcristalline, peu soluble dans l'eau froide, fusible à 192° (non corr.) sur le bain de mercure.

La modification *cis-trans* ressemble beaucoup à la première, dont elle se sépare, grâce à sa plus grande solubilité dans l'eau; elle fond après plusieurs recristallisations à 174°-175°.

Chauffé avec de l'anhydride acétique à l'ébullition, l'acide *cis* perd H^2O et donne l'anhydride $C^{10}H^{18}\left\langle\begin{array}{c}CO\\CO\end{array}\right\rangle O$, que l'on peut isoler, après élimination de l'acide et de l'anhydride acétiques, grâce à sa solubilité dans le chloroforme. Par addition de ligroïne légère à cette solution, il se sépare sous forme de petits glomérules blancs qui paraissent dégager un gaz par chauffage sur le mercure et fondent en tube scellé, sans netteté, entre 145° et 148°.

En soumettant cet anhydride à la distillation sous la pression atmosphérique, suivant le procédé préconisé récemment par M. Blanc [1], on isole entre 250° et 350° un produit visqueux d'où la rectification dans le vide permet de séparer un liquide de nature cétonique répondant à la formule $C^{11}H^{16}O$.

La décomposition de l'anhydride a donc dû se faire d'après l'équation suivante :

$$C^{10}H^{18}\left\langle\begin{array}{c}CO\\CO\end{array}\right\rangle O = CO^2 + H^2 + C^{11}H^{16}O.$$

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 143.

Cette nouvelle cétone est un liquide légèrement coloré en jaune verdâtre, assez mobile, même à basse température, et présentant une forte odeur camphrée. Elle bout à 93°-95° sous 13^{mm} et possède les constantes suivantes :

$$d_0 = 0{,}9886, \qquad d_{12,9}^{4} = 0{,}9783, \qquad n_D = 1{,}49018,$$

d'où

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{d} = 48{,}48.$$

Calculé pour $C^{11}H^{16}O$ .... 48,32.

Elle donne une oxime bouillant vers 138°-140° sous 16^{mm} et qui, après recristallisation dans un mélange d'éther et de ligroïne légère, fond à 150°-151°.

L'élimination de l'hydrogène qui accompagne celle du gaz carbonique dans la décomposition de l'anhydride s'explique par la haute température à laquelle s'est effectuée cette opération; ce phénomène est du même ordre que le changement des terpènes en cymène dans des circonstances analogues.

D'autre part le mode de formation et le point d'ébullition de la nouvelle cétone indiquent suffisamment sa structure bicyclique; nous la représentons par le schéma :

```
         CH³
         |
         C ——————— CO                          CH³
       /   \        |                           |
   CH        CH²    |                          C (1)
   ||        |      |                        /  |  \
   CH        CH²    |     ou     (6) CH   (7) CH²   CO (2)
       \   /        |                ||      |      |       CH³
         CH         |            (5) CH   (8) CH²   C  <          (3)
         |          |                    \   |   /          CH³
  CH³ — C ——————————                         CH (4)
         |
         CH³
```

et nous proposons de la nommer : *triméthyl*-1-3-3 *bicyclo*-1-7-8-4 *hexénone*-5-2, dénomination dans laquelle nous considérons le *pont* comme un substituant particulier et qui nous paraît présenter l'avantage de mettre en évidence la structure du cycle fondamental.

C'est, croyons-nous, la première fois que l'on réalise par une méthode très simple la synthèse d'une cétone bicyclique dont l'enchaînement atomique se rapproche de celui du camphre.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'origine des dépôts de la matière colorante des vins rouges*. Note de M. **V. Martinand**, présentée par M. E. Roux.

J'ai montré que les composés aldéhydiques ([1]), et parmi eux l'aldéhyde vinique, provoquent dans le vin des dépôts de matières colorantes en l'absence de tout agent oxydant, que le même phénomène se reproduit sur la matière colorante extraite du vin, et que ces dépôts sont comparables à ceux que donnent le vieillissement et la casse du vin.

Les mêmes expériences répétées par M. Trillat ([2]) le portent à conclure que l'aldéhydification de l'alcool est une des causes, sinon la principale, de la formation des dépôts des vins rouges. Cette conclusion, qui se dégage aussi de mes recherches de 1898, est exacte en ce qui concerne la formation des dépôts de la matière colorante par les aldhéhydes, mais ne l'est pas en ce qu'elle attribue à l'aldéhydification de l'alcool la *cause principale* de la formation des dépôts des vins rouges. Car, comme l'ont montré diverses publications faites par MM. Laborde, Bouffard et moi-même, ainsi que les expériences que je vais décrire, c'est l'oxydation directe des polyphénols du vin (tanins et matières colorantes) qui provoquent leur insolubilisation.

Cette oxydation est faite par l'intermédiaire de deux diastases différentes, nommées l'une et l'autre *oxydases*.

L'une d'elles se rencontre dans tous les fruits, elle forme le groupe oxygénase+peroxydase de Bach; l'autre, dont l'action est beaucoup plus énergique, se forme dans la culture du *Botytris cinerea* ([3]).

En faisant agir la première de ces oxydases sur du vin de Bourgogne, on trouve (après que ce vin a été aéré et exposé pendant 48 heures à la température de 30°) qu'il s'est produit un léger dépôt de matière colorante, que sa coloration passe du troisième violet rouge (vinocolorimètre Salleron) au troisième rouge 404, il est donc devenu plus jaune. Son bouquet s'est aussi augmenté. Ces réactions sont accentuées si l'on diminue l'acidité du vin et si l'on augmente la dose d'oxydase. Il y a donc eu à la fois vieillissement du vin, augmentation des produits odorants et précipitation de la matière colorante. Pour déterminer si cette précipitation n'est pas due à la formation

---

([1]) *Revue de Viticulture*, 1898, p. 306.

([2]) *Comptes rendus*, 24 juin 1907, p. 1439.

([3]) Les propriétés oxydantes de ces deux oxydases étant très différentes, il y a lieu d'admettre leur dualité.

d'aldéhydes, le même essai a été fait sur du moût non fermenté et aseptisé provenant de raisins de même origine. La matière colorante s'est tout d'abord précipitée, puis le liquide est devenu jaune; après seulement on a constaté une odeur caractéristique de vanille; il s'est donc formé de l'aldéhyde vanilique et, finalement, l'oxydation se poursuivant, cette odeur et tout bouquet disparaissent. L'ensemble de ces phénomènes s'est passé en 48 heures.

Dans le même moût aéré et additionné d'alcool rectifié, un dosage comparatif de l'aldéhyde sur l'alcool obtenu par distillation après le dépôt de la matière colorante ne donne qu'une différence de 2^{mg} à 8^{mg} par litre. Or, d'après mes essais de 1898 et ceux de M. Trillat, une si faible dose d'aldéhyde n'a pas d'influence immédiate sur la matière colorante.

L'action de l'oxydase sécrétée par le *Botytris cinerea* donne des résultats encore plus nets. Du moût de vin, des solutions de matières colorantes végétales se rapprochant de celle du vin, de baies de sureau, de myrtilles, de fleurs de mauve noire, du tanin, etc. ne contenant par conséquent aucun alcool susceptible de donner un aldéhyde, sont rapidement précipitées par l'oxydation provenant de l'air et de l'oxydase.

La même oxydation faite sur n'importe quel vin, acide ou non, donne rapidement un dépôt abondant de matières colorantes, et ce n'est que plus tard que l'aldéhydification de l'alcool se produit.

Dans la casse microbienne causée par les microbes de la tourne, il y a toujours une oxydation directe de la matière colorante provenant (en dehors de tout concours d'une oxydase) de ce que ces vins ne contiennent pas, ou très peu de crème de tartre. Dans ces conditions la matière colorante et le tanin combinés à la potasse s'oxydent naturellement à l'air.

Dans tous les essais que je signale, la précipitation de la matière colorante est faite dès que le moût ou le vin mis en expérience subit l'action de l'air et des agents oxydants. Or, d'après mes expériences de 1898 et celles de M. Trillat, il faut un temps assez long pour que les aldéhydes formés réagissent sur la matière colorante. Ceux-ci ne font donc qu'ajouter leur action immédiate à celle des oxydants, et ne sont pas eux-mêmes la cause principale de la casse proprement dite du vin. Ce rôle doit être dévolu à l'oxydation directe des polyphénols contenus dans le vin. Les aldéhydes au contraire sont les principaux agents du vieillissement des vins rouges et blancs et les dépôts qui en résultent diffèrent de ceux dus à l'oxydation par l'air de la matière colorante.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'acide malique dans les moûts et les vins. Sa consommation dans la fermentation.* Note de M. **W. Mestrezat**, présentée par M. E. Roux.

En appliquant aux moûts et aux vins de plusieurs cépages du Midi de la France : Aramon, Carignane, Clairette, la méthode de dosage de l'acide malique en milieu complexe que je publiais aux *Comptes rendus* du 16 juillet 1906, t. CXLIII, p. 185, j'ai observé que l'acide malique se rencontre, en effet, dans les moûts des cépages précédents, même lorsqu'ils sont arrivés à un état avancé de maturité.

Les doses trouvées sont importantes, supérieures parfois à celles de l'acide tartrique :

	Clairette 1905.	Carignane 1905.	Carignane 1906.	Aramon 1906.
Acide malique par litre de moût...	2,73	2,47	1,72	1,98
Exprimé en acide sulfurique et comparé à l'acide tartrique :				
Acide malique (en SO^4H^2).......	2,00	1,81	1,26	1,45
Acide tartrique (en SO^4H^2)......	1,87	2,78	5,21	3,99

Dans les vins, les doses d'acide malique sont plus faibles que dans les moûts, comme le montre le Tableau suivant :

	St-Christol 1905.	Coupage 1905.	Aramon 1906.	Hérault 1906.	Hérault (bisulfité) 1904.	Carignane (pasteurisé en jeûne) 1905.
Acide malique par litre.	0,15	0,72	0,70	0,75	1,23	1,43

Il s'agit bien de la disparition réelle d'une partie de l'acide malique pendant la fermentation alcoolique, comme on l'établit expérimentalement par le dosage comparatif de cet acide sur un certain nombre de moûts et sur les vins qui en dérivent par fermentation.

	Aramon. — Fermentation spontanée.	Aramon. — Fermentation par levure pure.	Aramon. — Fermentation bisulfitée à 0g,10 par litre.	Aramon. — Fermentation bisulfitée à 0g,40 par litre.	Carignane. — Fermentation pure.	Carignane. — Fermentation spontanée.
Moût............	1,98	1,98	1,98	1,98	3,23	1,74
Après fermentation (15 jours après).	0,70	1,15	1,18	1,23	2,39	0,64
Perte.....	1,23	0,83	0,80	0,75	0,85	1,10

Il y a donc, comme cela ressort des chiffres précédents, disparition d'acide malique dans la fermentation alcoolique des moûts de raisins par la levure.

Quelques auteurs ont déjà signalé une consommation de cet acide par la levure, mais cela en dehors du phénomène de la fermentation et sans avoir procédé par dosage direct de cet acide.

Cette diminution dépasse 1^g dans les fermentations spontanées, chiffre qu'elle n'atteint pas, en général, dans les fermentations pures ou dans les fermentations où l'acide sulfureux employé a prévenu le développement de germes étrangers.

J'ai refait, deux mois après ensemencement, les dosages d'acide malique dans les essais précédents et n'ai pas observé de nouvelle diminution. La consommation d'acide semble donc liée d'une manière étroite à la fermentation et à la présence de la levure.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude sur la liquéfaction diastasique des empois de fécule.* Note ([1]) de MM. **A. Fernbach** et **J. Wolff**, présentée par M. E. Roux.

Dans deux Notes antérieures (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 363 et 380) nous avons étudié l'influence des acides, des bases et des sels sur la liquéfaction que subissent les empois de fécule lorsqu'on les chauffe sous pression. Nous avons étendu nos recherches à la liquéfaction des empois par l'extrait de malt frais; mais nous avons rencontré des difficultés qui nous ont conduits à instituer un mode opératoire spécial, que nous décrivons brièvement ci-après.

Nous avons employé 50^{cm^3} d'empois à 5 pour 100, comme dans nos expériences antérieures; ces empois sont ramenés à la température ordinaire aussitôt après leur préparation; on les additionne des substances dont on veut mesurer l'effet, puis de 4^{cm^3} de macération de malt à 10 pour 100. Après un contact de quelques minutes, on arrête toute action par addition de deux ou trois gouttes de soude concentrée, et l'on mesure la viscosité, en s'astreignant à un temps de contact rigoureusement identique pour les divers ballons.

([1]) Présentée dans la séance du 16 juillet 1907.

Voici d'abord une expérience faite avec les mêmes additions et la même fécule V que précédemment; l'extrait de malt a agi pendant 7 minutes à 17°.

	Viscosité. m s
Empois tel quel	7
» neutralisé	1.35
» neutralisé et extrait de malt neutralisé	1.5
» » » » » $+ 0^{mg},71$ PO^4HNa^2	3.15
» » » » » $+ 1^{mg},42$ »	10.10
» » » » » $+ 2^{mg},13$ »	23

On voit que l'effet empêchant croît avec l'addition de doses minimes de phosphate secondaire, c'est-à-dire à mesure que l'on s'éloigne de la neutralité au méthylorange, et que cette neutralité exacte représente la réaction la plus favorable à la liquéfaction.

Voyons maintenant comment se comportera le phosphate monosodique, neutre à l'orangé.

	Viscosité après 4 min. à 18°.	
	m s	m s
Empois tel quel	9.30	»
» » $+ 7^{mg},8$ PO^4H^2Na	6.10	»
» neutralisé	1.57	2.15
» » $+ 7^{mg},8$ PO^4H^2Na	1.30	1.40
» neutralisé et extrait de malt neutralisé	»	1.22
» » » » » $+ 7^{mg},8$ PO^4H^2Na.	»	1.19

On voit que le phosphate acide n'a d'effet qu'autant que le milieu n'est pas parfaitement neutre: encore, pour produire cet effet, faut-il des doses relativement grandes de ce sel, comme on le voit aussi par les chiffres suivants :

	Viscosité après 5 min. à 18°. m s
Empois tel quel	6.12
» » $+ 3^{mg},9$ PO^4H^2Na	5
» » $+ 7^{mg},8$ »	3
» » $+ 11^{mg},7$ »	1.55

De part et d'autre de la neutralité à l'orangé, le plus léger changement de la réaction retarde beaucoup la liquéfaction. Voici, en effet, les chiffres obtenus en ajoutant à l'amidon neutralisé des quantités minimes de soude :

	Viscosité après 5 min. à 15°,5. m s
Empois neutralisé	1.55
Empois neutralisé $+ 0^{mg},15$ NaOH	2.40
» » $+ 0^{mg},30$ »	3.55
» » $+ 0^{mg},45$ »	4.45

De même, si l'on ajoute de l'acide sulfurique, on arrive aux résultats suivants après 5 minutes de contact à 15° :

Empois et extr. de malt neutralisés		1.46 (m s)
» » »	$+ 1^{mg}$ SO^4H^2	8.30
» » »	$+ 1^{mg},5$ SO^4H^2	10.00

Il est bon de noter que les additions d'acide destinées à assurer la neutralité du milieu ont toujours été faites dans l'empois, avant d'y ajouter l'extrait de malt, et non dans l'extrait de malt avant de l'introduire dans l'empois, parce que le contact de la diastase liquéfiante avec la moindre trace d'un acide minéral libre suffit à la détruire presque instantanément. Il n'en est pas de même des acides organiques, dont certains peuvent exercer une action favorisante à des doses relativement fortes. D'ailleurs, la fragilité de la diastase liquéfiante, à laquelle nous venons de faire allusion, se manifeste aussi au voisinage de la neutralité, *à la température de* 45°, lorsque, au lieu d'en employer une dose massive, on n'en fait agir qu'une dose minime pendant un temps relativement long.

En dehors de ces influences, nous avons également étudié l'effet de divers sels neutres : sulfates de magnésium et de calcium ; chlorures de baryum, de calcium et de sodium. Sauf le chlorure de baryum, qui favorise la liquéfaction d'une manière remarquable et tout à fait inattendue, tous ces sels sont à peu près inactifs ou à peine gênants, même quand on en ajoute des doses assez fortes (jusqu'à 2^{dg} par litre, soit 4^{mg} par gramme de fécule) dans les empois neutralisés.

On voit par ce qui précède que, à part quelques différences de détail, le mécanisme de la liquéfaction diastasique des empois est soumis aux mêmes influences que celui de leur liquéfaction sous pression.

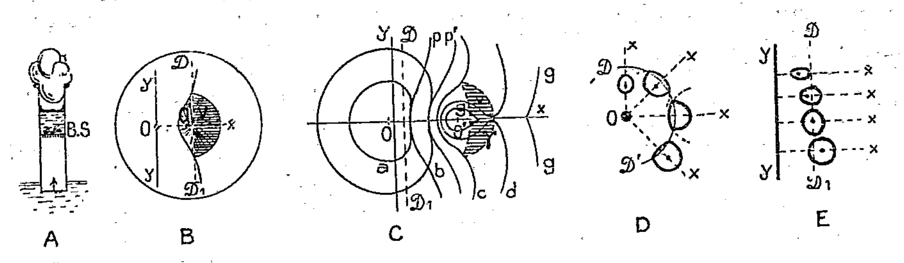
CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les réactifs vivants et la diffusion.* Note [1] de M. **Michel Yégounow**, présentée par M. G. Lemoine.

L'emploi des organismes vivants comme réactifs pour des expériences physiques, par exemple pour la diffusion, est non seulement une question de curiosité, mais encore de précision. L'idée de les employer dans ce but m'a été suggérée par l'étude des lois de l'accroissement des colonies des

(1) Reçue dans la séance du 17 juin 1907.

microorganismes et de l'influence des obstacles de tout genre sur leur forme.

L'expérience la plus simple est la suivante : on sème dans une éprouvette sans fond la culture du *Bacillus subtilis* sur la gélatine nutritive, tandis que l'autre extrémité de l'éprouvette (*fig.* A) est plongée dans la solution qui va se diffuser. On peut regarder la croissance de cet organisme en profondeur comme uniforme pendant de longues périodes. L'arrêt ou la modification de cet accroissement indique que la substance a pris contact de l'organisme.



Mais l'utilisation des cultures sur plaques est la plus intéressante. Dans ce cas on sème l'organisme dans le point O′ par le contact d'une aiguille, tandis qu'on laisse la substance diffuser [1] du point O ou de la droite yy (*fig.* B); la colonie croissante rencontre la substance qui se répand, s'arrête dans sa croissance et prend différentes formes décrites plus bas.

Si la loi du mouvement de la substance s'exprime par l'équation $h = at^n$, et la loi de la croissance de la colonie par : $R = (R_0 + ct)^m$, où h est l'espace; t, le temps; R, le rayon de la colonie; R_0, son rayon primitif; a et c, les constantes; d, la distance OO′; alors les équations (1) et (3) représentent les mouvements des surfaces (circonférences) de la substance (1) et de la colonie (3) dans le cas où la substance diffuse d'un seul point O. Si la substance se répand à partir d'une droite yy le mouvement de sa surface se présente comme le mouvement de sa droite DD_1, parallèle à yy (2). Dans

(1) La substance employée pour la diffusion était ordinairement H^2SO^4 ($\frac{1}{2}$ normal ou plus étendu, car cette dilution ne liquéfie pas la gélatine à 10 pour 100 vers 15°-18°), $CuSO^4$ ou $CuCl^2$. On met la solution dans un enfoncement fait dans la gélatine ou dans des baignoires en verre sans fond de différentes formes qu'on pose sur la surface de la gélatine.

Le travail actuel est la suite de deux autres déjà publiés dans les *Comptes rendus* (1906, t. CXLII, p. 954, et t. CXLIII, p. 882).

les deux cas l'expérience donne $n = \frac{1}{2}$,

(1) et (2) $y^2 + x^2 = (at^n)^2$; $x = at^n$,

(3) $y^2 + (d - x)^2 = [(R_0 + ct)^m]^2$.

On choisit parmi les organismes ceux dont les colonies ont une forme strictement ronde, croissent rapidement et d'une manière *uniforme;* dans ce cas $m = 1$ (d'après mes recherches, ce sont plusieurs moisissures, bactéries, par exemple, *Bacillus subtilis*, etc.). Alors les équations (1) et (3) donnent l'équation de la courbe qui détermine la forme de la colonie

$$(4) \qquad y = \pm\sqrt{\frac{a^4}{2c^2} - \frac{R_0 a^2}{c} - x^2 \pm \frac{a^2}{c}\sqrt{\frac{a^4}{4c^2} + d^2 - 2dx - \frac{R_0 a^2}{c}}}.$$

Avec les différents rapports de a et c cette courbe prend les formes représentées par la figure C (a, b, c, d; $R_0 = 0$), donne le point multiple γ et se déchire enfin en deux branches fermées (g et g_1).

Représentée en coordonnées polaires (en regardant l'organisme comme s'accroissant à partir du pôle O) l'équation permet de déterminer la limite de la croissance dans une direction déterminée φ :

$$(5) \qquad r = d\cos\varphi + \frac{a^2}{2c} \pm \sqrt{d^2\cos^2\varphi + \frac{a^2 d\cos\varphi}{c} + \frac{a^4}{4c^2} - d^2 - \frac{a^2 R_0}{c}}.$$

Dans le cas où la substance diffuse à partir d'une droite yy, on obtient avec (2) et (3) une courbe qui ressemble à la précédente, mais dont les branches (p, p') se prolongent à l'infini.

Les calculs des expériences se font avec les équations (1), (2) et (3), les R_0, R_1, h mesurés directement et le c que l'expérience a déterminé; on trouve : $t = \frac{R - R_0}{c}$; $a = \frac{h}{\sqrt{t}}$. Il est évident que, dans l'intérêt de l'expérience, il faut donner à d une valeur bien plus grande que celle que nécessite le point multiple γ : $\left(d = \frac{a^2}{4c} - R_0\right)$.

La croissance des autres organismes (bactéries pathogènes par exemple) peut être exprimée assez exactement pendant quelques jours d'une période déterminée par l'équation du genre de $R = \sqrt{R_0^2 + ct}$. Dans ce cas $m = \frac{1}{2} (= n)$; en éliminant t, on déduit de (1) et (3) l'équation qui représente la droite au cas où $a^2 = c$, et deux séries de circonférences au cas de $a^2 >$ ou $< c$. Avec

les mêmes rapports de a à c on déduit de (2) et (3) une équation de parabole, d'ellipse ou d'hyperbole.

Ce sont là les formes que prennent les colonies qui croissent dans le champ de diffusion. Comme les centres des colonies sont foyers de ces formes, on détermine la constante a de la substance, la distance d, etc., en déterminant leurs périmètres. Dans la forme même des colonies est renfermée la loi mathématique de son origine ainsi que les propriétés et la forme de la cause agissante. Si dans les équations ici mentionnées nous remplaçons a par sa valeur, donnée dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 3 décembre 1906, p. 882), nous trouvons l'expression mathématique du rapport entre *la forme* de la colonie d'un organisme quelconque et *le poids moléculaire* de la substance, dans le champ de diffusion de laquelle cette colonie croît. Deux choses qui paraissent si éloignées l'une de l'autre sont, en fait, en rapports intimes (¹).

BOTANIQUE. — *Sur un nouveau genre de Sapotacées* (Dumoria), *de l'Afrique Occidentale, à graines fournissant une matière grasse comestible.* Note (²) de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

Dans sa récente étude sur *le Karité, l'Argan et quelques Sapotacées à graines grasses de l'Afrique*, Em. Perrot attire l'attention sur les genres *Baillonella*, *Lecomtedoxa*, *Tieghemella*, créés par Louis Pierre pour caractériser des Sapotacées du Congo, dont Pierre avait seulement vu des graines ou des rameaux stériles. Dans ses *Sapotaceæ africanæ*, A. Engler, qui a eu en mains des matériaux plus complets, a fait des deux premières plantes une simple section (*Baillonella*) du genre *Mimusops*.

Le monographe allemand passe sous silence le *Tieghemella africana*

(¹) La comparaison des nombreux résultats de l'expérience et de la théorie est très satisfaisante. Voici seulement un exemple numérique pour le *Bacillus subtilis*, la culture étant faite sur plaque de gélatine; on a $R_0 = 2^{mm}$ et $c = 0{,}0615$.

$R = R_0 + ct$	t (en heures)...	0	24	34	72	105,5	121,2	243
	R observé.....	2	3,5	4,25	6,5	8,75	9,63	17
	R calculé.....	2	3,48	4,1	6,43	8,5	9,5	17

(²) Présentée dans la séance du 8 juillet 1907.

Pierre, dont on ne connaît toujours que les graines, provenant du Congo et décrites par Pierre. Le genre restera incertain jusqu'au jour où l'on aura trouvé des éléments d'études plus complets ; il est donc impossible de savoir si la plante que nous allons décrire et qui provient d'une région géographique différente, doit lui être rapportée.

Cette Sapotacée de la Côte d'Ivoire, désignée dans les Notes de Pierre sous le nom indigène de *Makerou* et scientifique de *Tieghemella? Heckeli* Pierre, est représentée seulement par quelques graines dans l'herbier Pierre, conservé au Muséum.

Au cours de la *Mission forestière de la Côte d'Ivoire*, nous avons eu l'occasion d'étudier en détail ce dernier végétal et nous avons reconnu qu'il constitue un genre se différenciant de toutes les Sapotacées africaines connues par l'existence d'un calice circumsessile, qui tombe presque aussitôt après la floraison. Il se déchire en laissant une cicatrice circulaire et la base seule du tube persiste en formant une sorte de réceptacle au-dessous du jeune ovaire. La plupart des autres caractères sont ceux des *Mimusops*. Les feuilles n'ont pas de stipules, comme dans le *Baillonella*.

Du nom indigène *Dumori*, le plus répandu à la Côte d'Ivoire, nous avons fait le genre suivant :

Dumoria, gen. nov. — Calice caduc après la floraison, la base du tube (renflement de l'extrémité du pédoncule) persistant seule. La partie caduque se compose d'un tube court et de huit segments disposés sur deux rangs. Corolle rotacée à tube égalant les lobes, ceux-ci disposés sur deux rangs, l'extérieur composé de seize segments et l'intérieur de huit segments opposés aux huit étamines. Staminodes : huit, triangulaires, épais.

Ovaire à huit loges contenant chacune un ovule à micropyle rapproché du hile. Le fruit est une grosse baie (8^{cm} à 13^{cm} de diamètre), contenant une à trois graines ovoïdes allongées, grandes, avec un tégument externe ligneux, épais de 3^{mm} à 5^{mm}. L'embryon se compose de deux gros cotylédons à réserves oléagineuses et d'une radicule épaisse, formant une saillie longue de 5^{mm} à 6^{mm}, qui s'enfonce dans un puits creusé à l'extrémité très épaissie et très lignifiée du tégument externe.

L'unique espèce connue présente les caractères suivants :

Dumoria Heckeli (Pierre) A. Chev. — Arbre gigantesque, atteignant 35^{m} à 50^{m} de haut avec un tronc cylindrique dès la base, de 1^{m} à 2^{m} de diamètre et s'élevant parfois à 30^{m} sans branches. Jeunes rameaux assez grêles, complètement glabres, portant des bouquets de feuilles à leur extrémité.

Feuilles non stipulées, oblongues-lancéolées, atténuées aux deux extrémités, obtuses ou même émarginées au sommet, papyracées, ondulées sur les bords, glabres, longues de 7^{cm} à 12^{cm} sur $2^{cm},5$ à 4^{cm} de large, luisantes en dessus; nervure médiane saillante des deux côtés. Nervures secondaires très fines, presque parallèles, écartées de 5^{mm} à 7^{mm} au milieu, au nombre de 15 à 20 paires avec une nervure tertiaire parallèle, entre deux nervures secondaires consécutives.

Pétiole glabre de 2^{cm} à 3^{cm} de long, canaliculé en dessus dans le tiers supérieur.

Fleurs isolées ou par petits bouquets de deux ou trois à l'aisselle des feuilles.

Pédicelles de 12^{mm} à 20^{mm} de long, toujours plus courts que le pétiole de la feuille axillante, glabre ou avec quelques poils fugaces.

Calice campanulé, long de 10^{mm} environ, à tube et lobes externes extérieurement glabres ou à poils fugaces. Les quatre lobes externes sont épais, ovales-deltoïdes, aigus, finement blancs-tomenteux à l'intérieur, les lobes internes plus petits sont ovales, aigus, minces, blancs-scarieux, finement tomenteux sur les deux faces.

Corolle rotacée blanc verdâtre, de 10^{mm} à 12^{mm} de diamètre, légèrement odorante.

Tube de 5^{mm} de diamètre à la base, puis élargi, long seulement de 2^{mm} ou 3^{mm}, surmonté de seize segments externes, étroitement imbriqués, arqués au dehors, ovales lancéolés, longs de 5^{mm}; la partie terminale du segment est ondulée-chiffonnée, un peu denticulée sur les bords. Segments internes : huit, beaucoup plus petits, spatulés-arrondis et rétrécis en onglet linéaire, opposés aux étamines.

Étamines : huit, à anthères oblongues, pointues au sommet, longues de $1^{mm},5$.

Staminodes alternes avec les étamines, sessiles, épais-charnus, égalant les étamines, aussi larges que hauts, deltoïdes, apiculés au sommet, dressés, rigides.

Ovaire conique, finement pubescent, blanchâtre, s'atténuant insensiblement en un style pubescent court.

Jeunes fruits sphériques, glabres de très bonne heure.

Fruit à maturité, d'un jaune verdâtre, sphéro-ovoïde, de la taille d'une grosse pomme de reinette, à pulpe molle et nauséeuse, couleur jaune-abricot, amère et non comestible, comme dans le *Butyrospermum*.

Graines ovoïdes-allongées, longues de 7^{cm} à $7^{cm},5$, larges de 3^{cm} à $3^{cm},5$ au milieu.

Tégument externe très épais, avec une cicatrice scoriacée-rugueuse s'étendant sur toute la longueur de la graine ; la face opposée est vernissée-roussâtre et présente une carène médiane peu saillante.

Distribution géographique. — Côte d'Ivoire, Gold Coast, République de Libéria (par renseignement pour ce dernier pays). Vit dans la grande forêt vierge, toujours par individus dispersés. Fleurit en mai. Les fruits mûrs tombent en février et mars dans l'Indénié (Côte d'Ivoire).

Noms indigènes. — *Dumori* (agni); *Mako, Makoré, Makerou* (apollonien); *Mbabu* (attié) ; *Butusu* (néouolé, langue des Kroumen); *Garésu* (bété). (La particule *su* signifie arbre.)

Observations. — Cet arbre, l'un des géants du règne végétal dans la grande

forêt vierge de la Côte d'Ivoire où il est très répandu, mérite de fixer l'attention pour les produits qu'il peut fournir au commerce et à l'industrie. Le bois, d'un beau rouge avec de magnifiques veines, d'une densité presque égale à 1 (quand l'arbre vient d'être coupé), est un des meilleurs succédanés africains de l'*Acajou*.

La Gold Coast exporte depuis longtemps ce bois sur le marché de Liverpool, principalement par le port d'Axim, voisin de notre frontière ouest-africaine.

Les graines sont exploitées par toutes les tribus de la forêt vierge pour la préparation d'une graisse employée dans leur alimentation et dans leur pharmacopée, et ce sont elles, surtout, qui peuvent intéresser notre commerce colonial.

BOTANIQUE. — *Sur les* Pachypodium *de Madagascar.* Note de MM. **Costantin** et **Bois**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les *Pachypodium* sont des arbres ou arbustes épineux de la famille des Apocynées, à tronc cactiforme, parfois charnu tuberculeux, qui jouent un rôle assez important et encore mal connu dans la flore de Madagascar (1). L'examen d'une espèce nouvelle rapportée par M. Geay, dont le Muséum possède actuellement trois exemplaires magnifiques vivants (*Pachypodium Geayi*, sp. nov.), nous a amené à faire une revision générale des espèces de ce genre et c'est le bref résumé de cette étude, faite à l'aide d'échantillons vivants ou dans l'alcool rapportés par M. Geay et grâce aux matériaux de l'herbier du Muséum, de la collection Drake del Castillo et de l'herbier du Muséum de Berlin, que nous exposons ici.

La délimitation du genre est assez délicate, car il y a des passages insensibles entre les *Pachypodium* et les *Adenium*. On indique, d'ordinaire, l'absence d'aiguillons comme le caractère servant à distinguer ce dernier genre du premier, mais il y a à la partie supérieure de la tige des *A. obesum* Rœm. et Schult., *speciosum* Fenzl. et *multiflorum* Klotzch, quelques aiguillons, d'ailleurs très rudimentaires; par contre, dans les *Pachypodium*, il peut arriver (souvent très tôt) que la partie inférieure de la tige se dégar-

(1) On connaît plusieurs espèces africaines : *Lealii* Welw., *namaquanum* Welw., *Saundersii* N.-E. Brown, *giganteum* Engler, *bispinosum* A.-D.-C., *succulentum* Steud.

nisse, c'est ce qui arrive pour le *P. Drakei* (sp. nov.), des collections Drake del Castillo (1).

Les dimensions des aiguillons sont d'ailleurs variables; on peut avoir des aiguillons petits de $2^{mm},5$ dans le *P. Drakei* sp. nov., mais la grandeur moyenne est de 5^{mm} à 7^{mm} [*P. cactipes* Schum. (2), *rosulatum* Baker]; dans le *P. Geayi*, la taille des piquants est beaucoup plus grande (25^{mm}); on remarque d'ailleurs, en outre, qu'ils sont disposés par trois; dans d'autres espèces, ils sont groupés par deux (*P. cactipes* Schum., *rosulatum* Bak.) ou solitaires [*P. Rutenbergianum* Vatke (3), échantillon de la collection Drake].

Le port de ces plantes présente plusieurs aspects très différents. Tantôt ce sont des arbres élevés à tige simple (ou presque), épaisse, charnue, portant au sommet une rosette de feuilles, rappelant une sorte de cierge de 8^m à 10^m de haut (*P. Geayi* sp. nov.); tantôt ce sont des arbres gros et courts, de dimensions bien moindres (*P. Lamerei* Drake) 50^{cm} de haut (4) ou donnant des rameaux nombreux et courts, étalés et couverts d'aiguillons [*P. Rutenbergianum* Vatke (3)]; d'autres fois, ce tronc se raccourcit beaucoup et donne des branches qui s'enchevêtrent à la surface du sol en formant des buissons épineux (*P. rosulatum* Bak.); ailleurs enfin la plante a 20^{cm} de haut, et le gros tronc ligneux, difforme, poussant entre les rochers, pèse jusqu'à 20^{kg} (*densiflorum* Baker, échantillon de M. Catat).

Bentham et Hooker, puis Schumann, ont cru pouvoir tirer de la présence simultanée ou non des feuilles et des fleurs deux caractères importants séparant deux catégories d'espèces et isolant les sections *Adeniopsis* et *Gymnopus*. Peut-être ont-ils exagéré un peu l'importance de cette particularité; car il nous a semblé que c'était la seule différence séparant le *P. cactipes* Schum. du *P. rosulatum* Baker, qui méritent plutôt d'être considérés comme deux aspects d'un même type. Les feuilles sont variables dans leurs dimensions et dans leur couverture : grandes et glabres dans le *P. Rutenbergia-*

---

(1) Qu'il nous soit permis d'exprimer ici à Mme Drake del Castillo et à M. Engler, Directeur du Muséum de Berlin, nos plus vifs remercîments.

(2) Engler et Prantl, *Pflanzenfamilien*, t. IV, vol. 2, p. 178.

(3) Vatke, *Reliquiæ Rutenbergianæ* (*Abhandl. d. naturw. Bremen*, t. IX, 1885, p. 125). Échantillons de M. Perier de la Bathie (Collection Drake).

(4) Le *P. Geayi* nous paraît très voisin du *P. Lamerei*, autant qu'il est possible d'en juger d'après la description forcément insuffisante de M. Drake qui n'a eu que des matériaux d'étude incomplets; nous n'avons pas pu nous procurer les échantillons sur lesquels il avait travaillé, pour établir une comparaison certaine; aussi croyons-nous devoir distinguer cette plante qui se différencie nettement par sa taille beaucoup plus élevée (voir Drake, *Bull. du Muséum*, 1899, p. 308).

num, elles sont grandes, très poilues, feutrées en dessous dans le *P. Geayi;* la villosité est abondante dans les *P. rosulatum* et *cactipes;* elle ne s'observe plus que sur les nervures de la face inférieure dans le *P. Drakei* sp. nov.

La brièveté du pédoncule floral est caractéristique du *P. brevicaule* Baker, mais la longueur de cet organe varie et l'on peut le voir atteindre 4^{cm} et jusqu'à 6^{cm} dans certains échantillons. Dans les *P. cactipes, rosulatum*, il mesure 6^{cm} à 30^{cm}, mais il reste toujours grêle (2^{mm}-4^{mm} de diamètre) dans ces espèces; il est, au contraire, court et épais (12^{mm} de diamètre) dans le *P. Geayi*, et nul dans le *P. Rutenbergianum*. Il est épais et atteint 10^{cm} de longueur dans le *P. Lamerei* Drake.

L'examen attentif des échantillons nombreux que nous avons passé en revue nous a amené à attribuer aux caractères tirés du calice et de la corolle une importance conduisant à distinguer deux sections : les *glabri* et les *velutini*.

Les sépales peuvent être courts, trapus, triangulaires et glabres (*P. Geayi* sp. nov., *Rutenbergianum* Vatke, *Lamerei* Drake del Castillo), ou longs, grêles, étroits, effilés et velus (*rosulatum* Baker, *cactipes* Schum.), ou courts, triangulaires et à peine pubescents (*Drakei* sp. nov. et *densiflorum* Baker). La forme de la corolle caractérise également deux groupes : elle est à deux étranglements (*Geayi* sp. nov. et *Rutenbergianum* Vatke) ou d'abord en tube étroit se dilatant en entonnoir ou en infundibulum (*cactipes* Schum., *rosulatum* Baker, *Drakei* sp. nov., *brevicaule* Bak.). Il est à remarquer que les corolles du premier type sont blanches et glabres, celles du second jaunes et velues extérieurement. Dans le *P. densiflorum* la corolle est très petite et les étamines saillantes visibles extérieurement, tandis qu'elles sont incluses et invisibles ailleurs où les fleurs sont grandes. Les pétales sont arrondis (*Geayi*) ou acuminés (*Rutenbergianum*).

Les fruits présentent également des variations : ils peuvent être, soit étroits et linéaires (*cactipes*, *Drakei, rosulatum*) ($13^{cm} \times 5^{mm}$), soit plus épais (*Rutenbergianum* 13^{cm}-$14^{cm} \times 2^{cm}$, et surtout *P. Geayi* 13^{cm}-$14^{cm} \times 5^{cm}$).

L'étude anatomique du genre mérite d'être faite. Les tissus sont extrêmement mous; cela tient au grand développement des rayons médullaires non lignifiés, à la faible lignification du parenchyme ligneux et à l'absence presque générale de fibres (il existe cependant une couche de sclérenchyme sous le suber); il en résulte que le *P. Geayi*, grand arbre de 10^{m} de haut. s'abat aisément avec un sabre comme un Bananier.

BOTANIQUE. — *Nouvelles recherches sur la cytologie des graines de Graminées.* Note (¹) de M. A. GUILLIERMOND, présentée par M. Gaston Bonnier.

Nous nous proposons aujourd'hui d'étudier : 1° l'origine des granulations métachromatiques des graines de Graminées et quelques-uns de leurs caractères; 2° l'évolution, pendant la germination, de la partie épidermique du cotylédon, considérée comme le siège de la sécrétion des diastases agissant sur l'albumen.

1° Les granulations métachromatiques semblent naître très tardivement dans le développement de la graine de Blé. Ce n'est que dans les ovaires ayant presque achevé leur transformation en fruit, qu'elles commencent à apparaître dans les cellules de l'assise protéique. Les cellules de cette assise offrent à ce moment une structure alvéolaire et une grande quantité de petits granules métachromatiques sur le bord des alvéoles. A ce même stade, les cellules de l'albumen se remplissent d'amidon et de grains de protéine qui naissent d'abord dans les parties profondes de l'albumen.

Les noyaux des cellules de l'albumen offrent un contour très irrégulier; ils dégénèrent graduellement à partir des couches profondes pour se résorber lors de la maturité de la graine.

Dans l'embryon, les granules métachromatiques n'apparaissent que vers la fin du développement de la graine et plus tardivement que dans l'assise protéique; ils naissent de la même manière que dans cette assise, à l'état de très petits granules.

Dans la graine adulte (Blé, Orge, Maïs, Seigle, Avoine), les cellules à granulations métachromatiques offrent la structure que nous avons décrite dans notre Note précédente : cytoplasme alvéolaire avec, dans chaque alvéole, plusieurs ou plus souvent un seul granule métachromatique. Il est à remarquer que, même dans la graine à l'état de vie ralentie, la structure alvéolaire semble persister malgré l'état de déshydratation de la graine; en réalité les alvéoles doivent être constituées d'une substance très dense, qui ne se colore pas, car l'état de déshydratation de la graine ne permettrait pas l'existence d'alvéoles à contenu liquide.

Les granulations métachromatiques ne se rencontrent pas seulement dans le cotylédon; elles s'observent aussi, mais un peu moins nombreuses, dans la plupart des tissus de l'embryon.

On peut obtenir de très belles colorations vitales rendant compte de la structure des cellules à granulations métachromatiques : il suffit pour cela d'écraser une petite portion du cotylédon ou d'un autre tissu renfermant des granulations (après gonflement dans l'eau), dans une solution de rouge neutre. Les granulations apparaissent colorées en rouge au sein des alvéoles souvent teintes en rose pâle dans lesquelles elles sont

---

(¹) Présentée dans la séance du 16 juillet 1907.

animées de mouvements browniens; cette réaction leur est commune avec les corpuscules métachromatiques des Protistes.

La coloration vitale montre que les granulations des Graminées sont très différentes des grains d'aleurone amorphes et notamment de ceux du Lupin. Dans le Lupin que nous avons observé comparativement, les cellules à aleurone sont formées d'une agglomération de petites vacuoles et offrent une structure alvéolaire analogue à celle du cotylédon des Graminées, mais chaque alvéole est remplie d'une matière protéique qui fixe les colorants : les granulations métachromatiques (semblant correspondre aux globoïdes et aux granulations des Graminées) sont difficiles à différencier. On n'arrive à les mettre en évidence d'une manière très nette qu'après avoir soumis la coupe à l'action d'une solution de potasse à 5 pour 100. La matière protéique est dissoute et les grains d'aleurone se présentent sous forme de vacuoles renfermant de petits granules métachromatiques : la structure devient ainsi identique à celle des Graminées.

Dans la graine à l'état de vie ralentie et pendant toute la durée de la germination, le noyau des cellules du cotylédon, de l'assise protéique et de la plupart des cellules de l'embryon présente un contour irrégulier des plus caractéristiques. Il est divisé en plusieurs lobes saillants, ce qui semble témoigner de la grande activité de ces cellules.

2° Dans l'épiderme sécréteur de l'Orge et du Blé, on observe, dans la graine non germée et pendant la première heure de la germination, la structure suivante : le noyau est analogue à celui des cellules parenchymateuses, avec trois ou quatre nucléoles. Il est situé ordinairement vers le milieu de chaque cellule et présente une forme ovale, allongée suivant l'axe de la cellule. Le cytoplasme offre une structure alvéolaire dont chaque alvéole renferme généralement un petit granule métachromatique.

Le cytoplasme est en outre très riche en graisse. Après vingt-quatre heures de germination, on constate une vacuolisation du cytoplasme, accusée par la formation, surtout aux deux pôles, de petites vacuoles résultant sans doute de la fusion des alvéoles primitives. En même temps on constate la formation de nombreux grains d'amidon qui disparaissent au bout de quelques jours. Vers le cinquième ou le sixième jour, les vacuoles des deux pôles des cellules s'accroissent et se fusionnent, surtout dans la partie inférieure de chaque cellule, pour former de grosses vacuoles. Pendant toute la durée de la germination, le cytoplasme est très dense et rempli d'une matière granuleuse basophile. Les granulations métachromatiques subsistent longtemps dans ces vacuoles, à l'état de sphérules, et disparaissent un peu plus tardivement que dans les cellules du parenchyme, vers le dixième jour; après quoi l'épiderme entre en dégénérescence. Au cours de ces modifications, le noyau ne subit pas de changement très appréciable; il s'allonge peu à peu, mais ne présente jamais de contours irréguliers. Souvent, il s'entoure d'une zone de petites vacuoles. Vers le cinquième ou sixième jour, son réseau chromatique devient moins dense et les nucléoles tendent à diminuer de volume. Tous ces phénomènes sont accompagnés d'une élongation très notable des cellules épidermiques.

Les mêmes phénomènes s'observent dans le Maïs avec quelques différences de détails. Dans la graine non germée, le noyau des cellules épidermiques est sphérique; il renferme un seul nucléole ou rarement deux ou trois, et un réseau chromatique très fin avec quelques gros granules chromatiques. Au cours de la germination, il prend

une forme ovale, terminée souvent vers l'une de ses extrémités en appendice effilé; ses granulations chromatiques augmentent sensiblement de volume.

En somme les cellules épidermiques se comportent de même que celles du parenchyme, comme des cellules absorbantes, et accumulent des produits de réserve, graisse, amidon, granulations métachromatiques.

Elles ne diffèrent des autres cellules du cotylédon que par la présence, dans leur cytoplasme, d'une matière granuleuse, basophile, qui sans doute est en rapport avec la sécrétion diastasique.

BOTANIQUE. — *Les champignons des termitières de Madagascar*. Note de MM. **H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie**, présentée par M. G. Bonnier.

Nous avons, dans une Note précédente, décrit sous sa forme de Mucédinée le champignon que cultivent les termites dans le nord-ouest de Madagascar. Il serait évidemment désirable de connaître maintenant la forme parfaite du même champignon.

D'après M. Möller, le champignon cultivé par les *Atta* du Brésil est le *Rozites gongylophora;* il en donne comme preuve qu'il a, à plusieurs reprises, trouvé sur les fourmilières cette Agaricinée, dont le mycélium semblait en continuité avec les meules intérieures.

Pour les termites de Java, M. Holtermann dit seulement qu'on rencontre presque toujours près des nids souterrains le *Pluteus Rajap*. Mais ses recherches se sont bornées là.

Une constatation plus directe serait cependant nécessaire, pour établir qu'il y a vraiment relation entre cette autre Agaricinée et le mycélium de culture; car, si nous en jugeons par nos observations sur les termites de Madagascar, la présence d'un champignon au voisinage des nids peut n'être qu'une preuve insuffisante.

Surtout sur les terrains de latérite dénudée comme ceux où sont construits, dans notre colonie, les nids de l'espèce non sylvicole, les points où s'élèvent ces termitières sont toujours des endroits d'une plus grande fertilité que le sol environnant. Les Graminées y sont particulièrement vigoureuses et il peut apparaître, pour la même raison, des champignons très divers.

Une première espèce très fréquente est un Gastromycète du genre *Podaxon,* rappelant beaucoup, par son port, le *Podaxon carcinomale* ou le *Podaxon squamosum*.

Le pied, renflé à la base, peut avoir, au-dessous du péridium, 5^{cm} à 6^{cm} de longueur et ce péridium a 6^{cm} à 8^{cm} de hauteur, sur 2^{cm} de largeur. A l'état frais, l'enveloppe péridiale est blanc grisâtre, plus ou moins fortement écailleuse et recouvre une glèbe verdâtre. Il y a un capillitium abondant, qui, à maturité et sec, est brun rougeâtre, non spiralé. Les basides sont jaunes ou jaune brunâtre. Les spores, tronquées au sommet, ovoïdes, de 0^{mm},012 environ de longueur sur 0^{mm},009 de largeur, en moyenne, sont d'abord jaunes, puis rouge acajou, vues isolément.

Cette couleur séparant nettement notre *Podaxon* des deux espèces citées plus haut, et sa forme générale n'étant pas celle des espèces à spores rouges dont nous connaissons la description, nous croyons pouvoir le considérer comme nouveau; ce serait le *Podaxon termitophilum.*

Comme habitat, il offre la particularité de ne pas rechercher autant que les autres représentants connus du genre les terres sablonneuses; il se plaît, au contraire, plutôt sur la latérite très compacte.

Il ne paraît jamais s'éloigner de plus de 1^{m} à 2^{m} des termitières. Ce n'est pas le cas d'une Agaricinée qui l'accompagne. Cet autre champignon, assez petit, a un pied, muni d'un mince anneau, qui ne dépasse guère 5^{cm} à 6^{cm} de hauteur et 1^{cm} d'épaisseur, avec un chapeau d'un diamètre de 5^{cm} à 6^{cm} au maximum. Ce chapeau, lisse, marqué seulement de quelques pellicules grisâtres, devient complètement plan et noir, à maturité; ses feuillets sont d'abord roses, puis noirs; les spores, par quatre sur les basides, sont de couleur foncée. Ce sont des caractères de *Psalliota.*

Mais ce *Psalliota* peut pousser, à l'occasion, assez loin des termitières, notamment près des bouses de vache. Il est donc peu probable qu'il ait quelque rapport avec le mycélium des meules.

D'autre part, pour le *Podaxon termitophilum,* ce qui peut faire émettre un doute analogue, c'est que : 1° on le trouve déjà, en saison des pluies, auprès des jeunes termitières, dans lesquelles il n'y a jamais encore eu de meule; 2° il semble que, comme l'Agaricinée, il ne pousse que près des termitières des terrains découverts dans lesquelles précisément, en saison pluvieuse, les chambres à meules sont vides.

Ces remarques peuvent évidemment contribuer à attirer surtout l'attention sur un tout autre champignon, observé, cette fois, dans un nid récemment abandonné, et de l'espèce sylvicole.

Les fragments de meules restant dans ce nid ne portaient plus de pelotes fongiques; mais ils étaient recouverts d'un mycélium plus vigoureux que le mycélium aranéiforme habituel, et atteignant une épaisseur de 5^{mm}. Ce mycélium se continuait, en outre, jusque sur les parois des chambres, où il était alors parsemé de gros sclérotes noirs, aciculaires ou en massue, dont quelques-uns, surtout parmi ceux de la forme aciculaire, apparaissent aussi en dehors, à la surface du nid.

Les sclérotes en massue avaient, par exemple, 4^{cm} de hauteur, avec une partie étroite de 2^{mm},5 à 3^{mm} de largeur et un renflement terminal de 8^{mm} de diamètre; d'autres avaient, pour 2^{cm} de longueur, un pédicelle de 7^{mm} d'épaisseur et un renflement terminal de 1^{cm}. Les formes aciculaires pouvaient avoir 6^{cm} à 7^{cm} de longueur sur une largeur de 1^{mm}.

Tous ces sclérotes, coriaces, glabres et sans formations conidiennes, nous semblent les parties basilaires stériles de stromas à périthèces d'un *Xylaria*. L'extrémité arrondie de ceux qui sont en forme de massue présente toujours une ou plusieurs petites dépressions d'où partent de courtes amorces de filaments grêles avec quelques débuts de ramifications. Ce seraient, croyons-nous, ces filaments qui, mieux développés, devraient se terminer par la partie fertile.

Quant à la preuve que ce Pyrénomycète serait l'espèce des meules, elle n'est pas fournie par la présence du champignon dans les chambres, puisque la termitière était abandonnée; mais une expérience faite sur place est à citer.

Un fragment de meule, pris, celui-là, dans un nid habité par des sylvicoles, a été mis au fond d'un trou creusé, en forêt, dans la latérite. Le trou a été ensuite recouvert d'un pot à fleur ordinaire, sur lequel on a entassé de la terre et des débris végétaux.

Or, au bout de 15 jours, il apparaissait sur la meule fraîche, placée ainsi dans cette sorte de chambre, de petits sclérotes grisâtres semblables aux précédents; ils étaient plus ou moins sphériques, avec amorces de filaments au sommet.

Serait-ce donc ce *Xylaria*, et non une Agaricinée, qui serait ici l'espèce cultivée? Il serait téméraire d'être trop rapidement affirmatifs après les seules observations précédentes; il n'y en a pas moins dans les faits exposés une première indication; en tous cas, les espèces termitophiles diverses que nous venons de décrire établissent que l'identité du champignon cultivé par les insectes (fourmis ou termites) est moins facile à préciser que le laisseraient peut-être croire les études de M. Möller et de M. Holtermann.

ZOOLOGIE. — *Sur les ondes pédieuses des Mollusques reptateurs.* Note [1] de M. **Fred Vles**, présentée par M. Yves Delage.

On sait que, pendant la reptation d'un Gastéropode, la face ventrale de sa sole plantaire est parcourue par des *ondes de contraction* qui jouent un rôle prépondérant dans la progression de l'animal. De nombreuses recherches ont été effectuées depuis longtemps sur la physiologie de ces ondes, mais ces travaux portent tous sur un nombre très restreint d'espèces, presque toujours empruntées aux Pulmonés; aucun auteur, à ma connaissance, n'a essayé de comparer la morphologie des ondes pédieuses dans les divers groupes de Gastéropodes : une pareille comparaison donne pourtant des résultats fort instructifs pour la théorie de la reptation.

Notre examen a porté sur une vingtaine de Gastéropodes, pris dans les

(1) Présentée dans la séance du 16 juillet 1907.

divers groupes de la classe, et un Amphineure; il nous a montré que ces animaux présentent des processus ondulatoires fort différents les uns des autres, mais pouvant néanmoins se ramener à un certain nombre de types bien définis.

Les ondes de contraction sont, comme on sait, visibles du fait qu'elles prennent une teinte différente (plus foncée ou plus claire) du reste de la sole plantaire; chez certains Gastéropodes (*Nassa*, *Buccinum*, *Æolis*, etc.) on ne perçoit aucune différenciation de couleur à leur niveau, on ne peut que les soupçonner par les déformations du bord du pied qui les accompagnent d'ordinaire; chez d'autres, à marche excessivement lente (*Patella*, *Helcion*), aucune modification n'est perceptible en raison même de la lenteur de la progression.

Les Mollusques reptateurs (Gastéropodes et Amphineures) peuvent, au point de vue des ondes pédieuses, se diviser en deux grands groupes :

α. Ceux dont les ondes se déplacent dans le même sens que l'animal (*ondes directes*), c'est-à-dire se propagent de l'arrière à l'avant de la sole pédieuse quand l'animal progresse vers l'avant.

β. Ceux dont les ondes se déplacent en sens inverse de l'animal (*ondes rétrogrades*), c'est-à-dire se propagent de l'avant vers l'arrière de la sole qnand l'animal progresse vers l'avant.

Dans chacun de ces deux groupes on peut établir des subdivisions :

α. Groupe a ondes directes. — 1. Type *monotaxique*, c'est-à-dire dans lequel la sole est parcourue par *un seul système d'ondes*. Ces ondes sont transversales, perpendiculaires au plan sagittal et intéressent la surface pédieuse d'un bord à l'autre, sans aucune interruption sur la ligne médiane. Les *Pulmonés* répondent à ce type, avec divers degrés de complication du système d'ondes. Chez *Oncidium* (*O. celticum*), le système d'ondes est réduit à sa plus grande simplicité : une seule onde parcourt le pied d'un bout à l'autre, avant qu'une autre apparaisse (1). Chez *Helix, Limax, Arion*, au contraire, plusieurs ondes sont visibles à la fois sur la sole pédieuse. Beaucoup d'Opisthobranches (*Aplysia, Æolis, Doris*) paraissent entrer dans ce type.

2. Type *ditaxique* : Le pied est parcouru par *deux* systèmes d'ondes occupant chacun une des moitiés latérales du pied et alternant régulièrement des deux côtés de la ligne médiane *qui n'est pas intéressée par les ondes*. Ce type est très visible chez des Prosobranches à pied homogène (*Haliotis, Trochus magus, T. zizyphinus*), mais

---

(1) L'Oncidie présente un phénomène curieux de *réflexion des ondes* : l'onde directe arrivée au bord antérieur du pied se réfléchit, devient rétrograde et parcourt le quart antérieur du pied jusqu'à la rencontre de l'onde directe suivante.

encore plus dans les espèces à pied fissuré (*Trochus crassus*); il semble que cette fissuration du pied ne soit que l'exagération physiologique du « ditaxisme », la ligne médiane du pied ne se contractant plus et devant tendre à l'atrophie. Dans les exemples les plus différenciés de ce groupe (*Cyclostoma*), chaque *semelle latérale* du pied fissuré fonctionne isolément à la manière d'un pied monotaxique. Le ditaxisme paraît donner, au point de vue mécanique, un rendement supérieur au monotaxisme : toutes les espèces à marche rapide sont ditaxiques.

3. Type *tétrataxique :* Le pied est parcouru par *quatre* systèmes d'ondes : il est largement fissuré sur la ligne médiane, et chaque semelle latérale est parcourue par deux systèmes d'ondes alternatifs, à la manière d'un pied ditaxique. Ce type, exagération du précédent, existe dans de petites espèces de *Littorina*.

β. Groupes a ondes rétrogrades. — Les subdivisions du groupe précédent s'appliquent également ici :

1. Type *monotaxique :* Chitonides (*Acanthochites fascicularis*). — Le Chiton constitue un type très simple comme l'Oncidie, à une seule onde pédieuse.

2. Type *ditaxique : Littorina littorea, L. rudis.*

Nous n'avons pas rencontré jusqu'ici de type tétrataxique rétrograde.

Ce groupe à ondes rétrogrades est extrêmement important, au point de vue des affinités physiologiques, du fait que ce processus de propagation des ondes en sens inverse de la locomotion est très répandu dans le règne animal (Annélides oligochètes, Némertes, Géphyriens, larves d'insectes, etc.); en outre, toutes les théories émises pour expliquer la locomotion des Gastéropodes ne considèrent que le premier groupe et il semble à première vue qu'il soit impossible de les étendre au second.

ZOOLOGIE. — *La valeur morphologique de la caroncule ou organe nucal de* Notopygos labiatus *Gr.* (*Polychète Amphinomide*). Note de MM. **A. Malaquin** et **A. Dehorne**, présentée par M. Yves Delage.

L'organe nucal sensitif des Annélides Polychètes, situé dans la région postérieure et dorsale de la tête, peut revêtir chez les différents groupes des formes extrêmement variées. C'est tantôt une simple surface ciliée, tantôt une fossette ciliée dévaginable ou non, tantôt enfin un organe saillant et volumineux couvert de sillons et résultant d'une évagination céphalique. Dans la famille des Amphinomides, cette évagination caronculaire recouvre la partie dorsale des premiers segments post-céphaliques. De l'étude approfondie qu'en a faite Racovitza chez ces Annélides (g. *Eurythoe, Euphrosyne, Spinther*) il résulte que la caroncule est un organe purement sensitif qui ne

provient que d'une modification de l'épiderme, toutes les parties qui entrent dans sa constitution n'étant que des transformations des parties constituantes de cette couche cellulaire.

La caroncule de Notopygos labiatus *Gr.* (¹). *Description et rapports.* — La caroncule de *Notopygos* est trilobée. Elle comprend essentiellement une épaisse lame foliacée et concave qui s'étend horizontalement jusqu'au niveau du cinquième segment parapodial. A droite et à gauche, cette lame relève ses bords pour donner les deux lobes latéraux, et, tout le long de sa ligne médiane, elle s'élève en un lobe médian vermiforme dont l'épaisseur est double de celle de chacun des lobes latéraux. En coupe transversale, cette caroncule a l'aspect d'une feuille de trèfle; chacun de ses lobes s'insère séparément sur la tête. De plus, elle est soudée sur sa face inférieure avec la surface dorsale des deux premiers segments sétigères. Elle est innervée par quatre gros nerfs parallèles, horizontaux, dont les origines distinctes proviennent du ganglion céphalique postérieur. Les deux nerfs internes vont dans le lobe médian et chaque nerf externe pénètre dans un lobe latéral.

Cette caroncule est un organe creux provenant de l'évagination de la paroi dermomusculaire, dont la cavité, qui est un diverticule cœlomique, renferme un système circulatoire très développé. Chez *Notopygos,* seul le lobe médian contient un diverticule cœlomique vascularisé; mais chez un genre voisin, *Eucarunculata,* toute la caroncule est parcourue de vaisseaux sanguins. La cavité caronculaire de *Notopygos* est une fente axiale, où circulent deux vaisseaux principaux. L'un, dorsal, a un parcours onduleux; il décrit une vingtaine d'anses dans le plan sagittal médian. Le trajet du second vaisseau est rectiligne et ventral. Du sommet de chaque anse dorsale part un vaisseau à calibre m ins fort et à direction dorso-ventrale qui se jette dans le vaisseau caronculaire ventral. Ce dernier est en relation avec l'appareil sanguin des segments antérieurs du corps. Le vaisseau caronculaire dorsal se met en rapport avec les vaisseaux péri-encéphaliques par l'intermédiaire d'une boucle vasculaire qui encercle la base du nerf antennaire médian.

La fente axiale de la caroncule est encore remarquable par le fait que, dans les espaces libres laissés par les vaisseaux, existent un très grand nombre de corps figurés. Ce sont : 1° des amibocytes fusiformes; 2° des amibocytes

(¹) Cet Amphinomide, ainsi que le n. g. *Eucarunculata* dont il est question plus loin, provient d'une collection d'Amboine dont l'étude nous a été confiée par M. Bedot.

arrondis et à contenu granuleux, cellules à engrais ou Mastzellen; 3° des cellules à pigments, toujours étroitement appliquées, en nombre considérable, sur la paroi endothéliale du vaisseau.

Comparaison de la caroncule et des organes branchiaux. — La caroncule, appendice céphalique présente, avec la branchie, appendice d'un segment parapodial du corps, les caractères communs suivants :

1° Au point de vue morphologique : la caroncule est l'appendice le plus postérieur de la tête, en arrière de l'antenne médiane; la branchie est l'appendice le plus postérieur d'un segment parapodial en arrière du cirre dorsal.

Les deux moitiés de la caroncule sont fusionnées sur la ligne médiane dorsale; les branchies sont les appendices les plus rapprochés de la ligne médiane dorsale.

La position morphologique des deux organes est donc la même considérée sur la tête et sur le segment parapodial.

2° Au point de vue anatomique : chez *Notopygos*, la branchie fonctionnelle n'apparaît avec sa forme arborescente qu'au cinquième segment. Elle comprend essentiellement, comme la caroncule, une évagination de la paroi dermo-musculaire dont la cavité, qui est une évagination cœlomique, renferme un système clos de vaisseaux sanguins.

Les branchies des quatre premiers segments parapodiaux, celles qui correspondent précisément à la région caronculaire, subissent, chez *Notopygos*, une transformation des plus intéressantes. Ce sont des appendices cylindriques cirriformes occupant exactement la place des branchies et coexistant avec le cirre dorsal.

Elles sont constituées par un étui épidermique renfermant un nerf et une cavité étroite, exsangue, vestige de la cavité vascularisée d'une branchie fonctionnelle. Dans la région qui correspond à la cavité, les cellules épidermiques sont bourrées de granulations pigmentaires violettes, et, à droite et à gauche de cette bande fortement colorée, l'épiderme est formé de hautes cellules puissamment ciliées. Cette disposition est sensiblement la même que celle que présentent les digitations de la branchie fonctionnelle arborescente. Ainsi donc, on constate, avec la plus grande netteté, la transformation d'un organe primitivement arborescent en un organe cirriforme et la disparition de la fonction respiratoire qui fait place à une fonction purement sensorielle.

De ces constatations nous pouvons conclure, en nous appuyant sur les rapports morphologiques et sur la structure de l'organe caronculaire, que cet organe résulte de la fusion de deux branchies céphaliques transformées. La branchie céphalique ancestrale, comme tous les organes céphaliques, a subi une adaptation à des fonctions sensorielles dont nous constatons plusieurs termes chez les Amphinomides. Tandis que cette adaptation est complète chez les formes comme *Eurythoe*, *Euphrosyne* et *Spinther*, la caroncule céphalique de *Notopygos* et d'*Eucarunculata* a conservé une vascularisation qui rappelle son origine de branchie ancestrale.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le rôle destructeur de la rate à l'égard des trypanosomes.* Note de MM. **A. Rodet** et **G. Vallet**, présentée par M. A. Chauveau.

Nous avons annoncé en 1906 que les trypanosomes du nagana se détruisent dans la rate au cours de l'infection, par suite d'une propriété trypanolytique de cet organe. MM. Laveran et Thiroux (1) s'étant récemment élevés contre nos conclusions, nous croyons pouvoir déclarer que les nombreuses observations et les nouvelles expériences que nous avons poursuivies depuis près d'un an n'ont fait que nous confirmer dans notre opinion.

I. Pour affirmer la destruction des trypanosomes dans la rate, nous nous sommes basés, moins sur la rareté des parasites dans les préparations de cet organe que sur la présence en grand nombre de noyaux libres de trypanosomes. Ce fait ressortait déjà pour nous avec une entière évidence des préparations faites par frottis (dont nous avons publié un spécimen microphotographique). Nous avons voulu le contrôler avec de nouvelles techniques. Les coupes ne nous ont pas donné satisfaction : elles ne valent pas les frottis en ce qu'elles sont loin de montrer aussi nettement tant les parasites intacts que leurs débris. Nous nous sommes arrêtés à la technique suivante :

La rate, prélevée chez un animal que l'on vient de sacrifier, est sectionnée; on racle délicatement la tranche avec un bistouri à lame bien tranchante, on dilue le produit du raclage dans une goutte d'eau salée physiologique déposée sur une lame; on étale, on sèche rapidement, puis on fixe à l'alcool absolu et l'on colore au Giemsa. Ce procédé permet de voir le détail de tous les éléments dans des conditions satisfaisantes : il conserve aux cellules de la rate, aux mononucléaires notamment, leur protoplasma bien net et parfaitement limité; les éléments de la préparation sont distants les uns des autres et se colorent tous également bien. Nous ne pensons pas que les parasites puissent être altérés mécaniquement par ce procédé, du moins en proportion notable, comme à la rigueur on peut le craindre avec les frottis. En diluant de même du sang infecté dans de l'eau salée, nous nous sommes assurés que celle-ci ne détermine pas d'altérations importantes des trypanosomes dans les limites de temps des préparations.

En procédant ainsi, avec des rates prises dans la période d'état de l'infection, on constate très nettement la présence de noyaux de trypanosomes épars dans la prépa-

(1) *Comptes rendus*, 1er juillet 1907.

ration; on rencontre aussi quelques trypanosomes intacts, parfois des éléments à des stades intermédiaires de destruction, exceptionnellement des flagelles libres. Mais, ce qui caractérise les préparations de rate, c'est la présence de noyaux libres.

D'une façon générale, moins il y a de globules rouges dans la préparation, moins il y a de trypanosomes intacts. Le hasard du raclage amène une proportion de sang plus ou moins forte, par suite une quantité variable des trypanosomes circulant dans les vaisseaux spléniques. Ce sont pour nous les préparations les plus pauvres en sang qui sont les plus intéressantes; pour la question en litige, ce sont en effet moins les éléments présents dans les vaisseaux de la rate qu'il importe de considérer, que ceux qui se trouvent dans les lacunes de l'organe : quelle que soit l'idée que l'on se fait du rôle exact de la rate à l'égard des trypanosomes, il faut assurément reconnaître que cet organe a la faculté de retenir dans les mailles de son tissu, dans son parenchyme, une partie des parasites qui le traversent, et ce sont ceux-là précisément dont il est intéressant de suivre la destinée. En s'attachant à avoir des préparations riches en sang, comme le conseillent MM. Laveran et Thiroux, on se renseigne sur l'état des parasites dans les vaisseaux de l'organe, ce qui est sans doute intéressant, mais on risque de méconnaître précisément les formes de destruction dont la présence dans le parenchyme nous paraît indéniable.

Pour être significatives, les préparations doivent être faites avec la rate dès que l'animal a été sacrifié. De même, une section de l'organe doit être utilisée sans retard; les préparations faites avec une tranche en voie de dessiccation n'ont aucune valeur pour faire connaître l'état des parasites *in vivo*.

Nous croyons donc devoir maintenir notre assertion que les parasites se détruisent dans la rate, en invoquant non pas un fait négatif, l'absence ou la rareté des trypanosomes dans cet organe, mais un fait positif, la présence de débris dans le parenchyme splénique.

Rien ne prouve que la rate se borne à retenir les parasites altérés dans les vaisseaux. Nous avons nous-mêmes envisagé cette hypothèse, et nous croyons devoir la repousser, parce que ce sont les rates prises au moment où le sang est le plus chargé de parasites intacts qui donnent les préparations les plus riches en noyaux libres, et cela non seulement chez le chien ou le cobaye, mais chez le rat, qui, comme on sait, ne présente pas de crises trypanolytiques.

Nos nouvelles observations nous confirment aussi dans cette idée que, dans cette destruction intra-splénique, la phagocytose ne joue qu'un rôle effacé. Dans nos préparations faites suivant notre dernière technique, les noyaux nus se montrent pour la très grande majorité très nettement *libres*, extra-cellulaires : en parcourant les préparations, en observant un grand nombre de cellules spléniques, fort belles, bien conservées, à contour très net, on réussit à trouver de très rares débris de trypanosomes inclus, mais

le nombre en est infime par rapport à ceux qui sont épars dans les espaces intercellulaires. Nous persistons donc à croire qu'il s'agit d'un processus d'abord humoral et que c'est par *trypanolyse* (quel que soit d'ailleurs le rôle d'une phagocytose secondaire, quel que soit aussi, bien entendu, le rôle des cellules pour fournir les substances trypanolytiques), que l'organisme s'efforce de se débarrasser des trypanosomes, soit incessamment dans la rate, soit dans les vaisseaux au moment des crises : à ce point de vue nous sommes heureux de constater que MM. Laveran et Thiroux, par l'expression de *crises trypanolytiques*, semblent accepter cette manière d'interpréter les crises.

II. En ce qui concerne l'action de la rate *in vitro*, nous avions, au cours de nos premières expériences, suivi par le microscope la destruction progressive des trypanosomes, d'une part, dans le sang défibriné pur, d'autre part, dans du suc de rate additionné de sang infecté : nous avions vu qu'ils s'altéraient plus vite dans le suc de rate. Depuis lors, nous avons varié nos expériences, en choisissant un criterium différent : plaçant dans des conditions identiques le sang et la rate d'un sujet infecté, nous avons cherché au bout de combien de temps l'un et l'autre perdent leur pouvoir infectant. Les premiers résultats que nous avons obtenus nous montrent que la rate cesse d'être infectante bien avant le sang. Il y a lieu de remarquer que, dans ces nouvelles expériences, il s'agissait, non de rate normale, mais de rate prise au cours de l'infection.

III. MM. Laveran et Thiroux invoquent d'intéressantes expériences concernant l'influence de la splénectomie sur l'évolution du surra expérimental. Sans relever le désaccord entre leurs résultats et ceux qu'ont obtenus d'autres expérimentateurs, nous ferons remarquer qu'un résultat négatif ne saurait suffire à refuser à la rate un rôle de défense; car la rate n'est pas seule à posséder un pouvoir destructeur à l'égard des trypanosomes, elle partage cette propriété avec l'ensemble des tissus lymphoïdes, et l'on conçoit que ceux-ci puissent la suppléer.

Conclusions. — Les nouvelles observations et expériences que nous avons faites en vue d'élucider le rôle de la rate dans les infections à trypanosomes nous permettent d'affirmer à nouveau que, au cours de l'infection par le *Trypanosoma Brucei*, la rate détruit activement les parasites qu'elle retient; la phagocytose n'intervient que comme facteur secondaire de cette destruction, qui résulte surtout d'une trypanolyse extra-cellulaire.

PHYSIOLOGIE. — *La présure des Rubiacées.*
Note de M. C. **Gerber**, présentée par M. A. Giard.

Le Caille-lait (*Galium verum* L.) a reçu ce nom du vulgaire parce qu'il lui attribue la propriété de cailler le lait.

Tel n'est pas l'avis d'un grand nombre de savants qui refusent au suc de cette plante tout pouvoir présurant. Ce suc n'en est pas moins assez actif, ainsi que le montre l'expérience suivante :

Température.	Dose du suc.	Temps nécessaire à la coagulation de 5^{cm^3}. Lait cru.	Lait bouilli.
50°.......	1^{cm^3}	23^m	7^m

Toutes les espèces indigènes du genre *Galium* se comportent comme le Caille-lait. Il en est de même des Asperules, *Sherardia, Vaillantia, Crucianella* et *Rubia,* si bien que nous pouvons affirmer l'existence d'une présure chez toutes les Rubiacées que l'on rencontre en France.

Pour étudier cette présure, nous prendrons comme exemple la Garance (*Rubia tinctorum* L.) et non le Caille-lait, parce que son suc est plus actif et moins fragile.

1. La présure de la Garance, comme celle du Pastel que nous avons étudiée précédemment [1], agit sur le lait bouilli comme sur le lait cru; mais tandis que celle-ci, à toute température, coagule plus rapidement le lait bouilli que le lait cru, celle-là ne se comporte ainsi qu'aux températures élevées. A basse température, au contraire, elle agit plus vite sur le lait cru que sur le lait bouilli. C'est aux environs de 40° que l'égalité d'action sur les deux sortes de lait se manifeste :

Température.	Dose du suc.	Temps nécessaire à la coagulation de 5^{cm^3}. Lait cru.	Lait bouilli.
°	cm³	m	m s
70........	0,40	29	5.30
65........	»	26	3.45
62........	»	15.30s	4.32
45........	0,80	6.30s	4.30
40........	1	4	4
32........	1,50	6.30s	8

[1] C. Gerber, *La présure des Crucifères* (*Comptes rendus,* juillet 1907).

2. Tandis que, chez les Crucifères, l'augmentation de la sensibilité du lait cru vis-à-vis de la présure s'opère en deux temps : 65°-77°, ici elle se produit en une seule fois. Il suffit en effet de maintenir quelques minutes le lait cru à 77°-79° pour le rendre aussi sensible que le lait bouilli ; au-dessous, à 75°, après une demi-heure de chauffe, le lait est aussi résistant que s'il n'avait pas été chauffé ; bien plus, entre 64° et 74°, sa résistance est même plus forte.

Tempér. de chauffe du lait (30 min.).	Temps nécessaire à 62° pour la coagulation de 5cm³ de lait. avec 0cm³,35 suc.	avec 0cm³,45 suc.
Non chauffé	17m.45s	10m.45s
64°	17.15	10.20
69°	20	12.30
72°	21	13
75°	18.30	10.30
79°	9.15	5.30
85°	7.15	4
100°	8.15	4.45

3. La présure de la Garance, chauffée pendant une demi-heure à 62°, commence à perdre de son activité ; mais l'affaiblissement de ses propriétés coagulantes est beaucoup plus rapide vis-à-vis du lait cru que du lait bouilli. Déjà à 80° elle ne coagule plus le lait cru, quelque forte que soit la dose employée, tandis qu'à 100° elle est encore assez active sur le lait bouilli.

Tempér. de chauffe du suc (30 min.)	Temps nécessaire à 62° pour la coagulation de 5cm de lait : bouilli avec : suc 2cm³.	1cm³,50.	0cm³,50.	cru avec : suc 8cm³.
Non chauffé.	0m.30s	0m.45s	4m.45s	0m.45s
62°	1.30	2	9	1.45
70°	5.30	8	93.30	25
80°	11	24.15	Pas de coagulum après 600 minutes.	
100°	11	25.30	Id.	

3 *a*. Le mélange de lait cru et de présure rendue inactive par une chauffe à 80° ou 100°, qui ne coagule pas à 62°, peut être porté impunément jusqu'à 75° ; mais il suffit d'atteindre 77°-78° pour voir le coagulum se former en quelques minutes. Il est bien difficile de ne pas voir, ici, dans le départ de la lactalbumine la cause favorisant l'action présurante du suc de garance.

3 *b*. Le lait, exposé à une dose de présure non chauffée incapable de déterminer sa

coagulation, se prend en masse, si l'on ajoute de la présure rendue inactive par une chauffe d'une demi-heure à 100°. C'est ce que montre le Tableau suivant :

Composition du suc.			Temps nécessaire à 62° pour la coagulation de 5cm³.	
Présure non chauffée.	Présure chauffée.	Eau distillée.	Lait bouilli.	Lait cru.
cm³	cm³	cm³	m s	m s
0,40	0	0,60	6	15.45
0,30	0	0,70	10	81
0,15	0,85	0	5.15	14.30
0	1	0	39	pas de coagulum après 600 min.

En résumé : la présure des Rubiacées paraît intermédiaire entre la présure des Crucifères et la présure animale. Comme la première, à haute température, elle coagule mieux le lait de vache bouilli que le lait cru; mais comme la seconde, aux températures inférieures à 43°-40°, elle coagule mieux le lait de vache cru que le lait bouilli.

Comme pour cette dernière, c'est à 77°-80° que le lait cru modifie considérablement sa sensibilité; mais la variation constatée est de sens inverse et en cela elle se rattache étroitement au type Crucifères.

Enfin, comme pour la présure animale, son action sur le lait cru disparaît par un chauffage préalable du suc; mais la température de chauffe exigée est beaucoup plus élevée (70°-80°) et son action sur le lait bouilli résiste à une chauffe de 30 minutes à 100°.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les sérums artificiels à minéralisation complexe et à sels insolubles, injectables dans les veines.* Note (¹) de M. C. **Fleig**, présentée par M. Bouchard.

En présence des résultats fournis par les sérums artificiels à composition minérale voisine de celle du sang, je me suis demandé s'il n'y aurait pas intérêt, dans le but de répondre à certaines indications spéciales, à introduire dans ces milieux divers éléments à action spécifique, en particulier le fer. Mais lorsqu'à ces solutions complexes on vient à ajouter un sel de fer, il devient impossible d'avoir une liqueur qui ne précipite pas, même en utilisant les sels de fer organiques.

(¹) Présentée dans la séance du 8 juillet 1907.

Cette impossibilité absolue de solubiliser le fer de façon stable dans un liquide contenant toutes les substances minérales du plasma sanguin m'a amené à reconnaître que les injeetions intra-veineuses de fer *insoluble*, en suspension dans le sérum complexe sous une forme appropriée, ne produisent aucun effet nocif.

Le fer est ajouté sous forme de chlorure ferrique, à la dose de 0g,050 à 0g,055 par litre de liquide, aux sérums dont nous avons précédemment donné la composition. On porte d'abord à l'ébullition le chlorure ferrique et le glycérophosphate de soude en solution concentrée, on laisse refroidir, on ajoute ensuite le bicarbonate et l'on mélange le tout à la solution diluée des diverses autres substances. La précipitation de l'hydrate ferrique ne se fait, à la température ordinaire, qu'au bout de quelques heures.

La stérilisation peut se faire à l'autoclave à 110°, en ampoules scellées pour éviter la décomposition du bicarbonate en carbonate; on peut la réaliser aussi en partant simplement des solutions des divers sels préalablement stérilisées séparément.

Une fois la précipitation faite, le liquide au repos laisse agglomérer un précipité couleur rouille d'hydrate d'oxyde ferrique, *gélatineux*, et se trouve lui-même absolument incolore. Ce précipité reste toujours *peu dense* et *peu tassé*, il s'*émulsionne en fines particules avec la plus grande facilité par simple agitation du liquide* (1).

Le sérum ainsi obtenu peut être injecté, *chez l'animal*, en grand quantité et avec une vitesse très rapide sans produire le moindre trouble.

En quelques minutes, des lapins de 2^{kg} à $2^{kg},500$ peuvent en recevoir *dans les veines* 200^{cm^3} à 250^{cm^3} sans présenter d'autres phénomènes que ceux que produisent les injections d'eau salée simple. A des chiens de 3^{kg} à 4^{kg} on peut en injecter de même 500^{cm^3} à 700^{cm^3} à une vitesse de 75^{cm^3} à 85^{cm^3} par minute. Suivant la vitesse de l'injection, on arrive à introduire dans l'organisme une quantité de liquide s'élevant jusqu'au triple et au quadruple de la masse du sang sans observer d'effets plus nocifs que dans le cas du sérum ordinaire. Il suffit, pendant l'injection, d'agiter de temps en temps le liquide pour maintenir homogène l'émulsion de l'hydrate insoluble. Les injections *sous-cutanées*, *intra-musculaires* ou *intra-péritonéales* sont de même aussi bien supportées.

La même innocuité du sérum se constate chez des animaux qui viennent d'être soumis à des saignées plus ou moins abondantes, chez lesquels par conséquent l'augmentation de coagulabilité du sang faciliterait la coagulation intra-vasculaire.

Chez l'homme, dans divers cas d'anémie, des *injections intra-veineuses de*

---

(1) Il est cependant *possible d'injecter le même sérum avec le fer à l'état soluble*, la précipitation n'étant pas immédiate.

500^{cm^3} *et au delà* du même sérum, répétées deux à trois fois par semaine, n'ont jamais provoqué la moindre gêne respiratoire ni la moindre complication du côté du système vasculaire. De même à la suite de l'administration par la voie *sous-cutanée* ou *intra-musculaire*.

L'innocuité des injections intra-veineuses de fer insoluble s'explique par l'*état physique très spécial du précipité d'hydrate ferrique, corps gélatineux*, dont les particules doivent s'écraser facilement dans les fins capillaires et sont, comme les globules rouges, déformables et élastiques en quelque sorte. Elles ne pourraient produire d'embolies que si elles étaient injectées en masse énorme et en émulsion trop épaisse.

Diverses substances minérales à l'état *gélatineux*, telles que la *silice*, l'*hydrocarbonate de cobalt*, l'*oxyde de nickel ou le sesquioxyde de chrome hydraté*, etc., injectées dans les veines en suspension dans divers sérums artificiels, se comportent aussi comme l'hydrate ferrique, et leurs caractères physiques expliquent encore ces résultats. L'état gélatineux n'est même pas nécessaire, il suffit que le précipité soit assez fin et divisé (*carbonate de chaux, oxyde mercurique*, etc., obtenus en solution assez étendue).

Nous ne devons donc plus accepter aussi rigoureusement qu'on l'a fait jusqu'à aujourd'hui les données classiques sur la production d'embolies et de coagulations intra-vasculaires mortelles par introduction de corps insolubles dans les veines. Bien plus, l'*administration de certaines substances, et en particulier du fer, à l'état insoluble par la voie intra-veineuse non seulement n'a pas d'effet nocif dans les conditions que nous avons indiquées, mais présente encore certains avantages sur les injections solubles*. Ainsi que nous l'ont montré des séries de dosages de fer dans les organes, *le fer insoluble introduit dans le sang séjourne beaucoup plus longtemps dans l'organisme que s'il est injecté sous forme soluble*; son état insoluble l'empêche de filtrer en nature à travers l'épithélium des glandes éliminatrices et provoque à un haut degré l'intervention phagocytaire qui exerce peu à peu une action de solubilisation et probablement aussi de transformation en fer organique. *Le sérum sanguin et le sang total peuvent cependant dissoudre par eux-mêmes une petite quantité de l'hydrate ferrique*, ainsi que nous l'avons vu par des expériences *in vitro*, mais cette action dissolvante n'est pas assez intense pour solubiliser en peu de temps tout l'oxyde injecté dans les veines.

Les sérums à minéralisation complexe tenant en suspension du fer insoluble nous paraissent un moyen excellent d'agir simultanément sur la *nutrition générale* et sur la *nutrition spéciale du système hématopoïétique*; en particulier, l'*injection intra-veineuse de fer insoluble d'une part prolonge de*

beaucoup l'action du fer dans l'organisme et d'autre part le met en contact rapidement avec celui-ci tout entier, soit directement grâce au pouvoir solubilisant du sang et des humeurs, soit indirectement par la collaboration de l'action leucocytaire.

Sous l'influence de ce traitement, nous avons vu, chez une chlorotique entre autres, les globules rouges s'élever, au bout d'un mois, de 3150000 à 4950000 et la valeur globulaire de 0,60 à 0,85; chez une anémique, les globules sont montés en trois semaines de 1400000 à 3800000.

GÉOLOGIE. — *Sur l'activité de l'Etna.* Note de M. A. Riccò.

L'intensité de l'activité géodynamique, au temps où nous sommes, est de nature à prêter un intérêt particulier à l'histoire de l'Etna. On connait de ce volcan 138 éruptions, dont 5 préhistoriques et 70 postérieures au XIe siècle. Ces dernières se répartissent ainsi :

Siècles	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX
Nombre d'éruptions	1	1	5	6	5	16	16	20

Cette progression rapide doit tenir simplement à la pénurie des observations anciennes; car c'est seulement depuis 1759 qu'on possède la liste complète des paroxysmes de l'Etna.

De 1759 à 1892, époque de la dernière grande éruption, il s'en est produit 25, dont l'intervalle moyen a été de 5 ans et 7 mois. De ces 25, 23 seulement ont donné lieu à une émission de lave, avec intervalle moyen de 6 ans et 1 mois, l'intervalle réel variant de 2 mois à 14 ans.

Souvent les grandes éruptions sont précédées et suivies par une longue période de repos; mais il n'en est pas toujours ainsi.

La distribution des éruptions de l'Etna par mois et par saisons est la suivante :

Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai
3	3	3	9	3	4
Hiver.			Printemps.		
13			16		
Juin	**Juil.**	**Août**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov.**
5	8	4	6	5	7
Été.			Automne.		
15			18		

Soit pour le semestre sec (avril à septembre)........ 28
» semestre humide (octobre à mars)...... 34

En considérant les semestres, on peut croire à une petite prépondérance du nombre d'éruptions vers l'époque des pluies; mais, si l'on a égard aux saisons, on trouve au contraire que, pendant l'hiver, qui, dans l'Italie méridionale, correspond au maximum de pluies, le nombre d'éruptions est plus faible.

En comparant les époques des éruptions de l'Etna avec la quantité des pluies observées, il n'apparaît pas que les éruptions soient précédées, ou accompagnées, ou suivies par des pluies abondantes.

Tout cela est contraire à l'opinion que les pluies influencent les éruptions de l'Etna, et prouve aussi que ces paroxysmes qui, avec des explosions formidables, jettent à plusieurs kilomètres de hauteur dans l'atmosphère des masses énormes de fumée, ne déterminent pas la pluie. Néanmoins on a observé parfois de petites pluies, causées par la condensation des vapeurs émises par le volcan.

Les éruptions de l'Etna sont moins fréquentes en hiver et en janvier, lorsque la Terre est au périhélie, qu'en été, en juillet, lorsque la Terre est à l'aphélie, ce qui ne paraît pas favorable à l'hypothèse de l'influence du Soleil sur les éruptions.

Pour ce qui regarde l'attraction luni-solaire, mon collègue, M. le professeur E. Millosevich, directeur de l'Observatoire du Collège Romain, a bien voulu, à ma demande, calculer les phases de la Lune pour toutes les éruptions de l'Etna, depuis l'an 253; mais, comme on ne connaît le jour du commencement que pour 52, on n'a pu faire que pour celles-ci la comparaison avec le jour de syzygie le plus proche, et l'on a obtenu les différences suivantes entre les deux dates :

Différences en jours......	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Nombre de fois..........	9	5	8	6	9	7	3	4	1

M. Millosevich remarque que le nombre des éruptions est trop petit pour qu'on en puisse tirer des conclusions sûres. Néanmoins on peut noter que le nombre 9 des coïncidences des éruptions avec les syzygies fait plus que le $\frac{1}{6}$ du nombre total.

Depuis la grande éruption de 1892, 15 ans sont écoulés, ce qui représente 2 fois et demie l'intervalle moyen des éruptions complètes; un repos si long ne s'était jamais produit au cours des derniers 150 ans.

Mais ce repos n'a pas été complet : en avril 1893, avec de forts tremblements de terre sur le versant nord de l'Etna, la lave incandescente apparut dans le cratère central Certainement cette lave, en 1892, était descendue au niveau des bouches de sortie de

l'éruption, c'est-à-dire à 1850^{m} d'altitude; donc les efforts internes du volcan avaient été capables de soulever le magma de 1850^{m} à 3150^{m}, en triomphant d'une pression hydrostatique d'environ 390^{atm}, ainsi que de la grande résistance due à la viscosité du magma.

En juillet 1899 eut lieu une grande éruption centrale de fumée et de matériaux fragmentaires incandescents : l'Observatoire de l'Etna fut bombardé, la coupole de fer transpercée en 28 points.

En janvier 1906, le cratère central a rejeté une quantité notable de cendres jusqu'à Catane et même plus loin.

Depuis le commencement de cette année 1907 le cratère central émet des masses colossales de fumée et, depuis la fin d'avril, les villages circumetnéens y ont aperçu des reflets de feu. Le 4 mai on a pu constater, dans le fond du cratère, une bouche qui lançait à une certaine hauteur des scories et des lapilli incandescents; tel est l'état actuel du volcan.

Donc les efforts de 1893, de 1899 et du temps présent n'ont pas été capables de rompre les flancs de la montagne. Cette grande résistance et le repos extraordinaire du volcan, qui en est probablement la conséquence, peuvent s'expliquer de la manière suivante :

En 1883, avec de formidables tremblements de terre, s'ouvrit sur l'Etna une fracture radiale de 13^{km}, partant du cratère central dans la direction du sud; sur cette fente ont eu lieu les éruptions de 1883, 1886, 1892 à des altitudes, toujours croissantes, d'environ 1000^{m}, 1400^{m}, 1900^{m}: parce que la partie inférieure de la fracture était bouchée chaque fois par les laves et les autres matériaux projetés; mais la dernèire éruption de 1892 éclata au pied du massif de la *Montagnola*, énorme cône secondaire; et derrière celui-ci se trouvent le grand rempart de l'esplanade du *Piano del Lago*, cratère-lac comblé par l'éruption de 1607. Il est donc bien difficile que les fluides intérieurs du volcan puissent avoir une issue de ce côté; cette circonstance, combinée avec la grandeur de l'éruption de 1892, pourrait expliquer la durée extraordinaire du repos de l'Etna.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er juillet 1907.

Étude minéralogique des produits silicatés de l'éruption du Vésuve, avril 1906, *conséquences à en tirer à un point de vue général,* par A. Lacroix, Membre de l'Institut. (Extr. des *Nouvelles Archives du Muséum,* 4e série, t. IX.) Paris, Masson et Cie, 1907; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Précis des caractères génériques des Insectes, disposés dans un ordre naturel, par le citoyen Latreille. A Paris, chez Prévôt, libraire, quai des Augustins, et à Brive, chez F. Bourdeaux, imprimeur-libraire; s. d. Réimprimé à 200 exemplaires pour A. Hermann, à Paris, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouvier.)

L'évolution des forces, par Gustave Le Bon, avec 24 figures. Paris, Ernest Flammarion, 1907; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Poincaré.)

Traité complet d'Analyse chimique, appliquée aux essais industriels, par J. Post et B. Neumann, avec la collaboration de nombreux chimistes et spécialistes. 2e édition française entièrement refondue, traduite d'après la 3e édition allemande et augmentée de nombreuses additions par L. Gautier; t. I, fasc. 1. Paris, A. Hermann, 1907 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Le Chatelier.)

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 16 juillet 1907.)

Note de M. *Maurice de Broglie,* Sur l'ionisation par barbotage :

Page 172, ligne 19, *au lieu de* coupe la courbe 1 vers $\frac{M}{106}$, *lisez* coupe la courbe 1 vers $\frac{M}{100}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUILLET 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE. — *Nouvelle contribution à l'étude des trypanosomiases du Haut-Niger*. Note de M. **A. Laveran**.

Par mes publications antérieures (¹) je crois avoir démontré que l'on devait admettre l'existence des trypanosomiases animales suivantes dans le Haut-Niger : Mbori, simple variété du Surra, produite par *Trypanosoma Evansi;* Souma, dont l'agent est *Tr. Cazalboui;* Baleri, dont l'agent est *Tr. Pecaudi.*

En dehors des trypanosomes qui sont les agents de ces épizooties, j'étudie depuis quelque temps un trypanosome que j'ai trouvé chez un chien inoculé à Ségou, sur un dromadaire, et ramené en France au mois d'avril 1906 par M. Cazalbou.

Ce trypanosome, auquel j'ai donné le nom de *Tr. soudanense,* diffère manifestement des trois espèces citées plus haut.

Au point de vue morphologique, *Tr. soudanense* se rapproche de *Tr. Evansi,* mais il en diffère au point de vue de l'action pathogène sur différentes espèces animales et principalement sur les souris; d'ailleurs, une chèvre ayant acquis l'immunité pour *Tr. soudanense* s'est infectée de Mbori et une autre chèvre ayant acquis l'immunité pour la Mbori s'est infectée avec *Tr. soudanense* (²).

(¹) A. Laveran, *Comptes rendus,* 26 décembre 1905, 9 juillet 1906, 4 février 1907 et *Annales de l'Institut Pasteur,* t. XXI, 1907, p. 321.

(²) *Annales de l'Institut Pasteur,* t. XXI, p. 351 et 352.

Contrairement à *Tr. Cazalboui*, *Tr. soudanense* est inoculable au chien, au cobaye, au rat et à la souris.

En raison de ses caractères morphologiques, *Tr. soudanense* ne peut être confondu ni avec *Tr. dimorphon*, ni avec *Tr. Pecaudi*.

Par sa morphologie, comme par sa virulence, c'est du trypanosome du Mal de la Zousfana et de El Debab que *Tr. soudanense* se rapproche le plus; l'action pathogène sur les souris est la même; chose très rare dans l'histoire des trypanosomiases, l'infection peut être très légère chez la souris et se terminer par guérison ([1]).

Les épizooties qui sont connues sous les noms de *Mal de la Zousfana* et de *El Debab* et qui ont été étudiées, la première sur des Équidés du Sud Oranais, par MM. Szcwzyck et Rennes, la seconde sur des Dromadaires du Sud Algérien par MM. Sergent, sont probablement de même nature.

Pour identifier le *Tr. soudanense* et le trypanosome de ces épizooties, il était nécessaire de montrer qu'un animal ayant l'immunité pour le Mal de la Zousfana ou pour El Debab avait aussi l'immunité pour *Tr. soudanense*. Grâce au concours de M. Vallée, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort, cette démonstration vient d'être faite. Avec une grande obligeance, M. Vallée a mis à ma disposition deux Bovidés qui avaient résisté, l'un à une inoculation du Mal de la Zousfana, l'autre à des inoculations du Mal de la Zousfana et de El Debab et qui étaient entièrement guéris de ces infections.

Voici le résumé des observations de ces animaux :

1° Une génisse, guérie de Nagana, a été inoculée avec le virus du Mal de la Zousfana; elle s'est infectée. Au mois d'avril 1907, l'animal est guéri. Le 11 avril, on injecte à deux chiens, dans le péritoine, 100^{cm^3} du sang de la génisse, les chiens ne s'infectent pas.

Le 3 juin 1907, on inocule la génisse sur une souris infectée de *Tr. soudanense*, ayant de nombreux parasites dans le sang; on injecte à la génisse, sous la peau, la moitié environ du sang de la souris.

Le 19 juin et le 2 juillet 1907, on injecte à deux chiens, dans le péritoine, 100^{cm^3} du sang de la génisse; ces deux chiens restent indemnes et des souris inoculées avec leur sang ne s'infectent pas.

2° Une génisse, guérie de Surra, a été inoculée avec les virus du Mal de la Zousfana et de El Debab. Au mois d'avril 1907, elle est complètement guérie. Le 11 avril, on injecte à deux chiens, dans le péritoine, 100^{cm^3} du sang de la génisse; les chiens ne s'infectent pas.

([1]) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XXI, p. 350.

Le 3 juin 1907, la génisse est inoculée en même temps que l'autre génisse sur une souris infectée de *Tr. soudanense*, ayant de nombreux parasites dans le sang. On injecte à la génisse la moitié environ du sang de la souris.

Le 19 juin et le 2 juillet, on injecte à deux chiens, dans le péritoine, 100^{cm^3} du sang de la génisse. Ces deux chiens restent indemnes et des souris inoculées avec leur sang ne s'infectent pas.

En résumé, deux Bovidés, inoculés avec les virus du Mal de la Zousfana et de El Debab et bien guéris de l'infection produite par ces virus, se sont montrés complètement réfractaires à *Tr. soudanense*, d'où l'on peut conclure que le trypanosome du Mal de la Zousfana et de El Debab est vraisemblablement *Tr. soudanense*.

Les génisses avaient servi précédemment à des recherches sur le Nagana et le Surra, mais, comme *Tr. soudanense* ne peut être identifié ni à *Tr. Brucei*, ni à *Tr. Evansi*, et que, d'ailleurs, les résultats ont été les mêmes chez les deux génisses immunisées, la première contre le Nagana, la deuxième contre le Surra, cette circonstance ne diminue en rien la valeur de la démonstration.

Il est intéressant de constater que la trypanosomiase observée chez des chevaux et chez des dromadaires dans le sud de l'Algérie, existe dans le Haut-Niger; il est bien probable que l'épizootie a son foyer dans cette dernière région et qu'elle est transportée en Algérie par les caravanes venant de Tombouctou.

PATHOLOGIE. — *Au sujet du rôle de la rate dans les trypanosomiases.* Note de MM. **A. Laveran** et **Thiroux**.

Dans la dernière séance, notre président, M. Chauveau, a présenté une Note de MM. Rodet et Vallet *Sur le rôle destructeur de la rate à l'égard des trypanosomes*. Dans cette Note, les auteurs citent de nouveaux faits à l'appui de l'opinion qu'ils défendent et ils opposent ces faits à ceux que nous avons communiqués à l'Académie dans la séance du 1er juillet 1907.

Le principal argument de MM. Rodet et Vallet est tiré de la présence des noyaux libres de trypanosomes dans la rate des animaux qui succombent à des trypanosomiases. Pour démontrer l'existence de ces noyaux libres les auteurs ont adopté une nouvelle technique.

« La rate prélevée chez un animal que l'on vient de sacrifier est sectionnée; on racle délicatement la tranche avec un bistouri à lame bien tran-

chante, on dilue le produit du raclage dans une goutte d'eau salée physiologique déposée sur une lame; on étale, on sèche rapidement, puis on fixe à l'alcool absolu et l'on colore au Giemsa (¹). »

Nous ne croyons pas que cette technique mette à l'abri des déformations des trypanosomes. Ces parasites, qui se fixent très bien dans le sang pur et frais, étalé en couche très mince et rapidement desséché, se fixent déjà moins bien dans la lymphe et dans le liquide cérébro-spinal. Les trypanosomes examinés dans le liquide cérébro-spinal des malades atteints de maladie du sommeil ont souvent, après dessiccation, un autre aspect que les trypanosomes du sang des mêmes malades. Chez les animaux très anémiés, la fixation des trypanosomes laisse souvent à désirer; à plus forte raison faut-il se défier des résultats qu'on obtient en desséchant du sang et de la pulpe splénique après mélange avec de l'eau physiologique. La dessiccation qui est retardée laisse aux altérations des trypanosomes le temps de se produire.

La technique que nous employons (²) nous paraît présenter plus de garanties, au point de vue de la bonne fixation des trypanosomes de la rate, que celle qui est préconisée par MM. Rodet et Vallet.

Aussitôt après la mort d'un animal infecté de trypanosomes, la rate est mise à nu; on y enfonce la pointe d'une pipette, et la goutte de liquide qui pénètre dans la pipette (sans aspiration ou après aspiration) est aussitôt étalée, desséchée et fixée par l'alcool absolu ou par l'alcool-éther, puis colorée. La rate étant généralement ramollie chez les animaux atteints de trypanosomiase, on ne recueille pas seulement du sang dans la pipette, mais aussi des éléments de la pulpe splénique en plus ou moins grand nombre.

En procédant ainsi, nous avons constaté que les trypanosomes pris dans la rate avaient les mêmes caractères que ceux d'autre provenance. Mais admettons que l'on trouve dans la rate des trypanosomes altérés en plus grand nombre qu'ailleurs; faudra-t-il en conclure que la rate a une propriété trypanolytique spéciale? Cette conclusion ne s'impose pas.

Il se peut très bien que les trypanosomes altérés trouvés dans la rate proviennent d'ailleurs et qu'ils aient été simplement arrêtés dans ce viscère, grâce aux conditions particulières dans lesquelles s'y fait la circulation du sang.

(¹) *Comptes rendus,* 22 juillet 1907, p. 281.

(²) *Comptes rendus,* 1er juillet 1907, p. 16.

Chez les malades atteints de fièvre palustre, le pigment provenant de la destruction des hématozoaires s'accumule principalement dans la rate; il ne faudrait pas en conclure que la rate a la propriété de détruire ces parasites. La rate agit surtout mécaniquement en retenant les débris des hémamibes et les leucocytes mélanifères. Après l'opération de la splénectomie, le paludisme n'augmente pas de gravité, ce qui devrait arriver si, dans cette maladie, la rate avait un rôle de protection; l'infection paraît même s'atténuer chez les palustres qui ont subi la splénectomie.

Nous avons montré que l'extrait de rate n'avait pas *in vitro* les propriétés trypanolytiques qui lui ont été attribuées par MM. Rodet et Vallet; dans leur nouvelle Note, ces observateurs signalent le procédé qui suit comme permettant de constater ces propriétés. « Plaçant dans des conditions identiques le sang et la rate d'un sujet infecté, nous avons cherché, écrivent MM. Rodet et Vallet, au bout de combien de temps l'un et l'autre perdent leur pouvoir infectant. Les premiers résultats que nous avons obtenus nous montrent que la rate cesse d'être infectante bien avant le sang (1). »

Nous avons fait remarquer que, après la mort, la rate se rétractait et se vidait en grande partie du sang qu'elle contenait; il est donc naturel que le tissu splénique recueilli quelque temps après la mort soit moins longtemps infectant que le sang lui-même.

Il serait nécessaire d'ailleurs d'avoir des détails sur ces expériences de MM. Rodet et Vallet pour apprécier les résultats qu'ils ont obtenus.

Le fait que la destruction des trypanosomes se produit (au moins chez certaines espèces animales) sous forme de crises, est peu en rapport avec l'opinion qui attribue à la rate des propriétés trypanolytiques qui devraient s'exercer d'une façon continue et non intermittente.

Il résulte enfin des expériences que nous nous proposons de publier bientôt *in extenso* que les crises trypanolytiques se produisent chez les animaux dératés comme chez les animaux normaux.

Pour tous ces motifs, nous croyons devoir maintenir les conclusions de notre Note du 1er juillet 1907.

---

(1) *Comptes rendus*, 22 juillet 1907, p. 283.

MÉDECINE. — *Sur le diagnostic précoce de la tuberculose par l'ophtalmo-réaction à la tuberculine.* Note de **M. A. Calmette.**

Dans une précédente Note [1], j'ai montré que, lorsqu'on instille une goutte d'une solution à 1 pour 100 de tuberculine sèche (précipitée par l'alcool) sur la conjonctive oculaire des sujets sains, il ne se produit aucune réaction, tandis que les sujets porteurs de lésions tuberculeuses, quelles que soient la localisation et l'étendue de celles-ci, présentent constamment, de 6 à 24 heures après, une rougeur conjonctivale très caractéristique qui permet d'établir avec précision le diagnostic de tuberculose dans les cas douteux.

J'avais entrepris ces expériences dès la fin de mai 1907, à la suite de la communication de von Pirquet à la Société de Médecine de Berlin [2] sur la cuti-réaction, et elles m'avaient été suggérées par la constatation d'une réaction oculaire semblable avec le venin des serpents.

Avant que j'eusse publié mes premiers résultats, Alfred Wolf-Eissner, de Vienne, toujours à propos de la cuti-réaction de von Pirquet, annonçait le 3 juin, à la Société de Médecine de Berlin, qu'une goutte de tuberculine brute, diluée au dixième, produisait sur l'œil une réaction inflammatoire, mais qu'il ne pouvait encore rien affirmer au sujet de sa valeur diagnostique.

A la même date du 17 juin, Vallée (d'Alfort) communiquait à l'Académie des Sciences quelques essais positifs d'application de cette méthode à la recherche de la tuberculose chez les Bovidés. Il concluait que « la réaction oculaire ne présente qu'un intérêt diagnostique restreint » et que « la douleur et les conséquences qui peuvent en résulter feront écarter sa recherche en médecine humaine. »

J'inclinais au contraire à penser que l'*ophtalmo-réaction*, ainsi que je proposais de l'appeler, présente un intérêt très grand pour les cliniciens, parce que j'avais pu me convaincre, avec mes élèves Breton, G. Petit et Painblan, qu'elle est inoffensive (à la condition d'employer la tuberculine sèche précipitée par l'alcool, au lieu de la tuberculine brute glycérinée), qu'elle est facilement acceptée par les malades et qu'elle permet de déceler l'existence de lésions cliniquement insoupçonnées.

Depuis ma première Note sur ce sujet, j'ai fait, avec mes collaborateurs, un large usage de l'*ophtalmo-réaction* et près d'*un millier d'observations* m'ont

---

(1) *Comptes rendus*, 17 juin 1907.
(2) *Deutsche medizinische Wochenschrift*, 23 mai 1907.

déjà été transmises par des médecins ou chirurgiens d'hôpitaux, tant de Paris que de province. Toutes sont concordantes et montrent que la nouvelle méthode de diagnostic s'applique avec une égale précision à toutes les formes de tuberculose. Seuls les cachectiques très avancés et moribonds ne réagissent qu'exceptionnellement.

Chez les enfants, on peut l'utiliser avec certitude pour dépister la nature tuberculeuse de lésions ganglionnaires ou osseuses, *alors qu'aucun signe clinique n'est encore apparent*. Chez l'adulte, elle éclaire le diagnostic de certaines formes particulièrement obscures, telles que le rhumatisme articulaire tuberculeux de Poncet, les néphrites tuberculeuses et les tuberculoses pulmonaires au début, bien avant qu'il existe des phénomènes de congestion avec expulsion de bacilles.

Les enfants nouveau-nés ne réagissent pas. Prouff, de Morlaix, a constaté que deux femmes tuberculeuses et récemment accouchées ont présenté la réaction, alors que leurs enfants ne la présentaient aucunement.

On peut donc vraisemblablement affirmer que ces deux enfants sont nés indemnes.

La muqueuse oculaire seule paraît susceptible de réagir ainsi vis-à-vis de la tuberculine. Cette substance, même en solution plus concentrée, ne provoque, d'après nos expériences, aucune rougeur appréciable sur la muqueuse pharyngée ni sur la muqueuse génitale chez les tuberculeux.

L'ophtalmo-réaction se montre dans tous les cas beaucoup plus fidèle que la *cuti-réaction* de von Pirquet dont Arami et Et. Burnet (1) ont récemment prouvé l'inconstance. Elle ne s'accompagne d'aucun trouble de la santé générale et ne produit aucune fièvre. Dans quelques cas seulement on a constaté qu'elle se prolongeait pendant plusieurs jours sans qu'il en résultât d'ailleurs aucune gêne sensible pour les malades.

Elle peut rendre manifestement les plus grands services pour effectuer le diagnostic précoce de la tuberculose chez les enfants et chez les adultes, pour sélectionner les malades curables qu'il y a lieu d'envoyer dans les sanatoriums, et pour écarter de l'armée ou de la marine les sujets porteurs de lésions latentes.

Elle permet aux œuvres de préservation contre la tuberculose de trier, avec plus de certitude encore que par l'auscultation, les enfants sains de ceux qui sont déjà contaminés, de *sauver la graine*, comme le réclamait Grancher.

---

(1) *Soc. de Biol.*, 13 juillet 1907.

Elle assure enfin, mieux qu'aucune autre méthode, le *diagnostic de la guérison* chez les anciens tuberculeux.

A ces divers titres, l'*ophtalmo-réaction* mérite d'entrer dans la pratique médicale courante. Elle doit être considérée comme un moyen d'information simple, fidèle et inoffensif.

M. **Bouquet de la Grye**, en présentant une brochure intitulée : *A short account of the russian hydrographical Survey*, s'exprime en ces termes :

Le colonel *Schokalsky*, président de section à la Société impériale russe de Géographie, m'a prié de présenter à l'Académie un fascicule qu'il vient de publier sur les travaux hydrographiques exécutés en Russie jusqu'en 1906.

Après avoir donné un aperçu historique des anciens travaux, dont les premiers remontent au règne de Pierre le Grand, il indique les modifications apportées successivement au Service géographique et présente pour chaque mer une Carte schéma où des teintes diverses montrent l'état actuel des levés et parmi eux ceux des plus récents.

La mer Baltique, le golfe de Finlande, la mer Blanche, l'océan Polaire, la mer Noire, la mer Caspienne sont ainsi figurés successivement et l'on peut ainsi juger de l'activité du Service actuel.

On sait que l'océan Pacifique a été étudié dans ces dernières années entre l'Amour et la Corée; M. Schokalsky rend ici hommage aux efforts de MM. Bolschef, Onatsevitch, Staritsky, Makaroff et Idanko qui se sont signalés par la précision de leurs travaux.

M. **Edmond Perrier** offre à l'Académie de la part de M. le professeur *Rud. Burckhardt*, Directeur du Laboratoire zoologique de Rovigno, un Mémoire sur le cerveau d'un Requin, le *Scymnus lichia*, le premier d'une importante série que l'auteur consacrera à une étude générale du cerveau des Sélaciens. Ce premier travail contient d'importants résultats; l'auteur en fait hommage à l'Académie, en souvenir des savants français qui ont tant fait pour l'anatomie comparée du système nerveux : Vicq d'Azyr, Serres, Philippeau, Vulpian, Baudelot et tant d'autres.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Rayet*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 28,

M. E.-C. Pickering obtient	....	27 suffrages
M. Seeliger »	....	1 »

M. **E.-C. Pickering**, ayant réuni la majorité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les séries IX et X de la Revue *Le Botaniste*, contenant principalement un Mémoire de M. P.-A. Dangeard sur l'*Origine du périthèce chez les Ascomycètes*, couronné par l'Académie;

2° Le *Compte rendu des séances de la première réunion de la Commission permanente de l'Association internationale de Sismologie, réunie à Rome du* 16 *au* 20 *octobre* 1906, *rédigé par le Secrétaire général* R. de Kövesligethy.

PHYSIQUE CÉLESTE. — *Sur un point de la théorie du Soleil de M. Julius.* Note de M. **Henry Bourget**, transmise par M. Émile Picard.

Dans une Communication présentée à l'Académie le 27 mai 1907 (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1147), M. Salet a fait à la théorie de Julius l'objection suivante : la lumière émise par les protubérances ayant subi, d'après cette théorie, des réfractions successives devrait être partiellement polarisée. Or l'expérience ne montre rien de semblable.

A la séance du 8 juillet 1907 (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 112), M. Ch. Fabry, dans une Note très intéressante, a discuté cette objection et est arrivé à la conclusion que « le passage de la lumière à travers un milieu

dont l'indice varie d'une manière progressive ne donne lieu à aucune réflexion appréciable et, par suite, à aucune polarisation ». Il s'ensuit que l'objection de M. Salet ne paraît pas fondée.

Je demanderai à l'Académie la permission de revenir brièvement sur ce point et de rappeler que la théorie de la propagation de la lumière dans un milieu hétérogène conduit à la conclusion de M. Fabry sur la non existence de la polarisation, mais directement et sans faire intervenir aucune réflexion.

Il semble, en effet, que l'introduction de telles réflexions pour expliquer la marche courbe et la polarisation possible soit simplement un mode de raisonnement analogue à celui qu'on emploie dans la théorie élémentaire et classique du mirage, et l'on peut se demander si cette introduction correspond à quelque réalité physique, dans un milieu où la vitesse de propagation varie d'une manière continue.

Je ne le pense pas pour ma part et je crois que la vraie manière de poser le problème des modifications physiques possibles est celle qui a été adoptée par M. Boussinesq dans trois belles Communications faites en 1899 à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 794, 859 et 909).

M. Boussinesq a intégré les équations différentielles des petits ébranlements de l'éther dans l'hypothèse d'une vitesse de propagation ω variant d'une manière lente et continue avec le lieu. Ses résultats paraissent fondamentaux pour l'optique physique de tels milieux. En ne citant que ce qui a trait à la question actuelle, M. Boussinesq a montré :

Qu'un pinceau parallèle conserve, après avoir traversé des couches planes ($\omega =$ const.), sa nature de pinceau parallèle et que le mouvement transversal, s'il était polarisé au départ, reste polarisé.

Que deux pinceaux respectivement polarisés dans deux azimuts rectangulaires, comme il arrive quand il s'agit de lumière naturelle, continuent pendant leur passage dans un milieu où les surfaces $\omega =$ const. sont quelconques à cheminer ensemble et à n'en faire qu'un.

Il en résulte qu'on doit considérer, dans un pareil milieu, la marche courbe des rayons comme tout à fait normale et exempte de polarisation. Il m'a semblé que les résultats de M. Boussinesq devaient être rappelés et qu'ils s'appliquent directement à l'objection de M. Salet et aux conclusions de M. Ch. Fabry.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les représentations linéaires homogènes des groupes finis.* Note ([1]) de M. DE SÉGUIER, présentée par M. Jordan.

Le but de cette Note est d'apporter certaines simplifications à la théorie de M. Schur (*Cr.*, t. CXXVII et t. CXXXII) ([2]).

1. Soient $\mathcal{G}_0 = \{ b_1, \ldots, b_\nu, a_1, \ldots, a_\lambda, a_1^{-1}, \ldots, a_\lambda^{-1} \}$ un groupe défini par $B_j(b) = a_j \ (j = l, \ldots, m)$, $b_l^{-1} a_k b_l = a_k$, $A_i(a) = 1$ [$B_j(b)$ et $A_i(a)$ étant respectivement fonctions des b et des a] où les $A_i = 1$ se composent des conséquences $A_{i_1} = \Pi a_k^{\alpha_{i_1 k}} = 1$ des $B_j = a_j$, $b_l^{-1} a_k b_l = a_k$ entre $a_1^{\pm 1}, \ldots, a_m^{\pm 1}$ et d'équations $A_{i_2} = 1$ exprimant que $a_{m+1}^{\pm 1}, \ldots, a_\lambda^{\pm 1}$ sont permutables à $a_1^{\pm 1}, \ldots, a_m^{\pm 1}$; $\mathcal{A}_0$ le plus petit commun multiple des a; $\mathcal{A}$ celui des éléments d'ordre fini de $\mathcal{A}_0$ ($\mathcal{A}$ ne dépend que de $\mathcal{G}_0 | \mathcal{A}_0 = \Gamma$ dont il est dit le *multiplicateur;* je supposerai Γ d'ordre N fini); $\mathcal{A}_1$ un groupe d'éléments d'ordre infini tels que $\mathcal{A}_0$ soit le produit direct de $\mathcal{A}$ par $\mathcal{A}_1$. Les équations $A_{i_1} = 1$ peuvent ([3]) se mettre sous la forme $a_1'^{e_1} = \ldots = a_r'^{e_r} = 1$, $a_i' a_k' = a_k' a_i'$ ($i, k = 1, \ldots, m$; $r \leqq m$; $\mathcal{A} = \{ a_1', \ldots, a_r' \}$ et l'on en déduit que l'on peut trouver des substitutions linéaires $b_1, \ldots, a_1$ vérifiant les équations de $\mathcal{G}_0$, $a_1, \ldots, a_\lambda$ étant des similitudes (substitutions de la forme $| kx, ky, \ldots |$) de multiplicateurs donnés vérifiant $A_i = 1$ [un tel groupe de substitutions sera dit une *hyperreprésentation de* Γ *appartenant au système* $(a_1, \ldots, a_m)$] et que *le commutant* $\mathcal{C}$ *de* $\mathcal{G}_0$ *contient* $\mathcal{A}$ *et est premier à* $\mathcal{A}_1$.

Soient $\lambda = m$ et (ce qu'on peut toujours supposer) $B_l = b_l^{q_l}$ pour $l = 1, \ldots, \nu$. Comme les équations de $\mathcal{G}_0 | \mathcal{C}$ permettent d'exprimer B_j^N par les $b_l^{q_l}$, les a_j^N seront dans $\{ a_1, \ldots, a_\nu \} = \mathcal{D}$. Donc $\mathcal{A}_0 | \mathcal{D}$ est fini et le rang $m - r$ de $\mathcal{A}_1$ est $\leqq \nu$. Or considérons une hyperreprésentation de Γ répondant au système $(\sigma_1, \ldots, \sigma_m)$ [$\sigma_j = B_j(\tau)$, les τ étant des similitudes arbitraires]. Les σ, vérifiant les mêmes équations que les a (quand on regarde les b comme permutables), peuvent s'exprimer comme eux par $m - r$ indéterminées. Mais, $\sigma_1 = \tau_1^{q_1}, \ldots, \sigma_\nu = \tau_\nu^{q_\nu}$ étant arbitraires, $m - r$ est $\geqq \nu$. *Donc* $m - r = \nu$. Si l'on fait $a_1 = \ldots = a_\nu = 1$, le groupe auquel se réduit $\mathcal{G}_0$ est fini et contient $\mathcal{A}$,

---

([1]) Présentée dans la séance du 8 juillet 1907.

([2]) Je me servirai des mêmes notations que dans mes *Éléments de la théorie des groupes abstraits* (Gauthier-Villars, 1904), auxquels je renverrai par la lettre *E*.

([3]) En prenant la notation additive, cela revient à la réduction d'un système linéaire (*E*., 205, 207).

car les équations $a_1 = \ldots = a_\nu = 1$ résolues par rapport à $a'_{i+1}, \ldots, a'_m$ doivent fournir *exactement* $m - r = \nu$ relations de la forme $a'^{\alpha_i}_r = \varphi_i(a'_1, \ldots, a'_r)$ $(i = r+1, \ldots, m)$.

2. Soient A un diviseur de $\mathcal{A}$, G un groupe de commutant C, tel que $G \mid A \equiv \Gamma$, A divisant le central de G : G sera dit une *extension de* Γ *par* A, *normale* si C contient A (et alors si $A \equiv \mathcal{A}$, G sera dit *figuratif* de Γ : ainsi $\mathcal{G}_0 \mid \mathcal{A}_1 = \mathcal{G}$ est un figuratif de Γ), *antinormale* si C est premier à A. Dans le dernier cas, G a des équations de la forme

$$g_i^{\nu_i} = \eta_i \zeta_i, \qquad g_i g_j = g_j g_i \eta_{ij} \zeta_{ij} \,(i, j = 1, \ldots, \sigma), \qquad g_i^{-1} \gamma_k g_i = \gamma_{ki}$$

(γ_k parcourant les générateurs de C, η_i, η_{ij} étant dans A et ζ_i, ζ_{ij}, γ_{ki} dans C) jointes à celles de A, C et à celles exprimant que A divise le central de G. En réduisant C à 1, les g deviennent permutables; donc $\eta_{ij} = 1$. En réduisant A à 1, on a les équations de Γ; donc les ζ sont déterminées quand les g le sont mod C. D'ailleurs, les équations de G n'établissant aucune relation entre les η_i (*E.*, 17, 19), ils sont arbitraires. Or, en remplaçant g_i par un élément de Ag_i, η_i est remplacé par $\eta_i \theta_i^{\nu_i}$, θ_i étant quelconque dans A, et le nombre des $\mathcal{G}$ distincts se détermine alors aisément.

3. Prenons pour Γ le g_{p^3}, $c^p = d^p = e^p = 1$, $e^{-1}de = dc$, $dc = cd$, $ec = ce$ (p premier). $\mathcal{G}_0$ sera défini (je ferai désormais $\lambda = m$) par $c^p = \alpha$, $d^p = \xi$, $e^p = \eta$, $d^{-1}cd = ca$, $e^{-1}ce = cb$, $e^{-1}de = dc\zeta$ et les équations exprimant que $\alpha, \xi, \eta, \zeta, a, b$ sont normaux. Les conséquences des équations de $\mathcal{G}_0$ entre $\alpha, \xi, \eta, \zeta, a, b$ se réduisent, en considérant leur forme typique (*E.*, 17) et le groupe obtenu pour $\alpha = \xi = \eta = \zeta = 1$ (*E.*, 157, 150), à $a^p = b^p = \alpha\zeta^p = 1$ si $p > 2$, à $a = b = \alpha\zeta = 1$ si $p = 2$. Donc $\mu = 1$ si $p = 2$. Si $p > 2$, $\mathcal{A}$ est abélien non cyclique d'ordre p^2, et les figuratifs de Γ sont (*E.*, 157) tous les g_{p^5} de figure (11) (1) (11) pour lesquels l'invariant Θ (*loc. cit.*) est égal à 1. On traite de même le cas où Γ est le diédral général ou un de ses figuratifs, et l'application au g_{216} de Hesse est immédiate.

4. Supposons Γ abélien et $\mathcal{B}_j = a_j$ de la forme $b_j^{q_j} = a_j$ pour $j \leq \nu$ et de la forme $b_k^{-1} b_l b_k b_l^{-1} = a_{kl}$ (en mettant a_{kl} pour a_j) si $j > \nu$. Des équations de la seconde forme on tire $a_{kl}^{\delta_{kl}} = 1$, δ_{kl} étant le plus grand commun diviseur de q_k, q_l. D'ailleurs les conséquences des $\mathcal{B}_j = a_j$ entre les a ne peuvent contenir que les a_{kl} (*E.*, 17) et, en faisant $a_1 = \ldots = a_\nu = 1$ et en adjoignant successivement $b_1, \ldots, b_\nu$ au groupe $\mathcal{A}'$ défini par $a_{kl}^{\delta_{kl}} = 1$, $a_{kl} a_{k'l'} = a_{k'l'} a_{kl}$, on a un groupe d'ordre $N \Pi \delta_{kl}$ (*E.*, 19). Donc $\mathcal{A}' = \mathcal{A}$ (*E.*, 18) et $\mu = \Pi \delta_{kl}$.

5. Considérons le produit direct de Γ par un groupe Γ' (pour lequel β_k, b_k, …, $\mathcal{G}_0$, … seront remplacés par β'_k, b'_k, …, $\mathcal{G}'_0$, …). Soit $\mathcal{H}_0$ le groupe

défini par les équations $B_j(b) = a_j$, $B'_j(b') = a'_j$, $b_k b'_{k'} = a''_{b_k, b'_{k'}} b'_{k'} b_k$ et celles exprimant que les a, les a' et les a'' sont normaux; $\mathcal{A}''_0$ le plus petit commun multiple des a''; $\mathcal{A}''$ celui des éléments d'ordre fini de $\mathcal{A}''_0$; $\mathcal{H}$ un groupe déduit de $\mathcal{H}_0$ en réduisant $\mathcal{A}_0 \mathcal{A}'_0 \mathcal{A}''_0$ à $\mathcal{A}\mathcal{A}'\mathcal{A}''$. En égalant à 1 les éléments de $\mathcal{E}$ et de $\mathcal{E}'$ on trouve que $\mathcal{H}$ contient normalement $\mathcal{E}\mathcal{E}'$ et que $\mathcal{H}|\mathcal{E}\mathcal{E}'$ *est une extension normale de* $\Gamma\Gamma'|KK' \equiv \mathcal{H}|\mathcal{A}''\mathcal{E}\mathcal{E}'$. On en déduit immédiatement le multiplicateur comme au n° 4.

6. Prenons enfin pour Γ le groupe $U(2, \pi)(\pi = p^n$; p premier) des substitutions $|ax + by, cx + dy|$ où $ad - bc = 1$, a, b, c, d parcourant le champ de Galois C_π d'ordre π. Soit G une extension normale de U par $\mathcal{A}$ et, μ ayant la forme p^β, P un $g_{\pi p^\beta}$ de G, I un $g_{p^{\beta-1}}$ de $\mathcal{A}$. G|I est une extension normale de Γ par A|I. Or, le normalisant de P|I dans G|I, d'ordre $\frac{p\pi(\pi-1)}{2}$, n'existe que si $\pi = 4$ ou 9 (1).

On en déduit à nouveau (2) comme M. Schur que tout groupe H qui a la même suite de composition que U et n'est pas produit direct coïncide avec U.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du troisième ordre à points critiques fixes.* Note de M. **Chazy**, présentée par M. Painlevé (3).

M. Painlevé a montré que, pour la détermination des équations du troisième ordre et d'ordre supérieur dont les points critiques sont fixes, un problème préliminaire s'impose, celui de la détermination de toutes les équations de la forme

$$(1) \qquad y''' = \left(1 - \frac{1}{n}\right)\frac{y''^2}{y'^2} + b(y)y'y'' + c(y)y'^3,$$

(1) *Société mathématique de France,* t. XXXIII, 1905, p. 250. Le raisonnement s'applique lorsqu'on remplace q^n par un nombre quelconque premier à p. La fin de l'article demande quelques corrections que le lecteur fera aisément et que j'indiquerai ailleurs (en particulier, à la page 250, les γ_i, δ_i doivent jouer le rôle de ε, η de la page 247).

(2) *Société mathématique de France,* t. XXXII, 1904, p. 121.

(3) Les résultats renfermés dans cette Note et dans la suivante ont été obtenus simultanément, et d'une façon tout à fait indépendante, par deux jeunes analystes : MM. Chazy et Garnier. P. Painlevé.

dont l'intégrale générale est uniforme; n est un entier positif ou négatif, ou bien n est infini; b et c sont des fonctions algébriques de y.

Pour $n = -2$, $b = 0$, les fonctions uniformes définies par l'équation (1) sont les fonctions *automorphes*. Dans tous les autres cas, où l'intégrale générale de (1) est uniforme, elle peut, d'après un théorème énoncé sans démonstration par M. Painlevé, s'exprimer à l'aide des transcendantes de la théorie des fonctions elliptiques ou de leurs dégénérescences. Je me propose, dans cette Note, de donner la forme explicite de l'intégrale générale, en me limitant au cas où les coefficients b et c sont *rationnels*.

Pour étudier l'équation (1) on la remplace par le système

$$(2) \qquad \frac{dy}{dx} = u^{\frac{n}{n+1}}, \qquad \frac{d^2 u}{dy^2} = b(y)\frac{du}{dy} + \frac{n+1}{n}c(y)u.$$

En un point ordinaire de b et c, les intégrales de l'équation linéaire du second ordre appartiennent à l'exposant zéro, sauf une qui appartient à l'exposant 1. Toutes ces intégrales donnent pour y des fonctions uniformes dans le domaine correspondant au domaine de la valeur de y considérée, sauf, dans le cas de $n = -2$, la dernière; l'uniformité de cette dernière intégrale exige $b = 0$.

Ainsi donc, *pour* $n = -2$, *nous n'avons comme fonctions uniformes que les fonctions automorphes ou leurs dégénérescences.*

Considérons maintenant un pôle de b et c. Ce pôle doit satisfaire aux conditions de Fuchs pour l'équation du second ordre. Les racines r_1 et r_2 de l'équation déterminante fondamentale doivent être de la forme

$$r_1 = \frac{n+1}{n}\left(1 - \frac{1}{N_1}\right), \qquad r_2 = \frac{n+1}{n}\left(1 - \frac{1}{N_2}\right),$$

N_1 et N_2 étant des entiers positifs, négatifs ou infinis ; et de plus, si $r_2 > r_1$, et si N_1 est fini, $\frac{n+1}{1}\left(1 - \frac{N_1}{N_2}\right)$ doit être encore un entier. Si la différence $r_2 - r_1$ est un entier $\neq 0$, il ne doit pas y avoir de logarithme dans les intégrales de l'équation linéaire; si enfin $r_2 = r_1$, le nombre $N_2 = N_1$ correspondant doit être infini. Il faut appliquer ces conditions à chaque pôle, puis au point $y = \infty$, et l'on trouve alors que le nombre des pôles, qui dans le cas des fonctions automorphes n'est pas limité, est limité dans tous les autres cas : son maximum est 4 si $n \neq 1$, et 6 si $n = 1$.

Les intégrales générales se divisent en deux catégories. On est conduit à la première en généralisant la forme de l'intégrale générale des fonctions

automorphes : $\frac{Ax+B}{Cx+D}=f(y)$. La fonction y définie par l'équation

$$(Ax+B)^{n+1}+C=f(y),$$

A, B, C étant trois constantes arbitraires, satisfait à l'équation différentielle

$$y'''=\left(1-\frac{1}{n}\right)\frac{y''^2}{y'}-\frac{n+2}{n}\frac{f''(y)}{f'(y)}y'y''+\frac{\left(1-\frac{1}{n}\right)f''^2(y)-f'(y)f'''(y)}{f'^2(y)}y'^3$$

et la fonction définie par l'équation $e^{Ax+B}+C=f(y)$ satisfait à cette même équation où l'on rend n infini. On doit donc trouver ces fonctions comme intégrales générales uniformes, chaque fois que dans l'équation $z=f(y)$ y est fonction uniforme de z, et que, en outre, les coefficients b et c déduits de la fonction f sont rationnels en y; c'est-à-dire quand y est l'une des fonctions uniformes avec lesquelles Briot et Bouquet ont intégré l'équation $\left(\frac{dy}{dz}\right)^m=K(y)$, m étant un entier positif et K un polynome. y est fonction rationnelle de z, ou de e^z, ou bien fonction elliptique de z,

$$z=(Ax+B)^{n+1}+C.$$

Comme pour les fonctions automorphes, il suffit d'avoir une intégrale pour en déduire l'intégrale générale.

La fonction y définie par les équations

$$\left(\frac{dy}{dz}\right)^2=(y-a)(y-b)(y-c)(y-d), \qquad z'''=\left(1-\frac{1}{n}\right)\frac{z''^2}{z'}+\frac{n+1}{n}\frac{z'^3}{\lambda^2},$$

qui pour $\lambda=\infty$ est une des précédentes, vérifie aussi une équation de la forme (1), et elle est uniforme si n a l'une des valeurs 1, ± 2, ∞ et si $2i\pi\lambda$ est période de z. Pour $n=-2$, z' est fonction rationnelle de $Ax+B$; $n=\infty$, fonction simplement périodique de $Ax+B$; $n=1$, 2, fonction doublement périodique. Dans tous ces cas, z' a des pôles simples de résidus λ; y sera donc fonction elliptique d'un logarithme; les zéros et les pôles de ce logarithme seront pour y des points singuliers essentiels.

Ces points sont mobiles, car x ne figure dans l'intégrale que dans l'expression $Ax+B$: quant à la troisième constante, elle s'ajoute à l'argument de la fonction elliptique y de z. Dans le cas où cette fonction elliptique dégénère, les équations

$$\left(\frac{dy}{dz}\right)^2=(y-a)(y-b)(y-c)^2, \qquad z'''=\left(1-\frac{1}{n}\right)\frac{z''^2}{z'}+\frac{n+1}{n}\frac{z'^3}{N^2},$$

définissent une fonction uniforme pour $n = 1, \pm 2, \infty$ et N entier; mais c'est une fonction rationnelle, simplement ou doublement périodique, de $Ax + B$.

Une seconde catégorie d'intégrales générales uniformes est obtenue en considérant les équations

$$(3)\quad \begin{cases} y'^2 = A(a_0y^4 + a_1y^3 + a_2y^2 + a_3y + a_4) + B(b_0y^4 + b_1y^3 + b_2y^2 + b_3y + b_4), \\ y'^{\frac{3}{2}} = A(a_0y^3 + a_1y^2 + a_2y + a_3) + B(b_0y^3 + b_1y^2 + b_2y + b_3), \\ y'^{\frac{4}{3}} = A(a_0y^2 + a_1y + a_2) + B(b_0y^2 + b_1y + b_2), \\ y'^{\frac{5}{6}} = y'^{\frac{3}{5}}(Ay + B), \\ y' = A(a_0y^2 + a_1y + a_2) + B(b_0y^2 + b_1y + b_2). \\ y'^{\frac{n+1}{n}} = Ay + B, \end{cases}$$

qui sont une forme de celles de Briot et Bouquet. Ces équations définissent des fonctions uniformes et qui, si A et B sont des constantes arbitraires, satisfont à des équations différentielles de la forme (1), où n a respectivement les valeurs : 1, 2, 3, 5, ∞, n. On doit donc retrouver toutes ces fonctions comme intégrales générales uniformes. Mais il arrive que, si l'on fait sur l'équation en y le changement de fonction $y = z^{\frac{1}{N}}$, N étant entier, l'équation en z obtenue, qui est toujours de la forme (1), ait ses coefficients rationnels en z. On trouve ainsi, avec les fonctions définies par les équations (3), des fonctions telles que, par une, deux ou trois transformations successives $y - a = (y - b)z^N$, $z - a' = (z - b')t^{N'}$, ..., on arrive à des fonctions z, t, ..., définies par une équation (3). On voit apparaître une catégorie d'équations de la forme (1) mais à coefficients, non plus rationnels, mais algébriques, qui s'intègrent comme les précédentes.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du troisième ordre dont l'intégrale est uniforme.* Note de M. **René Garnier**, présentée par M. Painlevé.

Soit une équation différentielle du troisième ordre :

$$(1)\qquad y''' = R(y'', y', y, x)$$

(R, rationnel en y'', y'). M. Painlevé a démontré (*Bull. de la Soc. math.*, t. XXVIII) que l'absence de points critiques mobiles pour l'équation (1)

entraîne l'uniformité de l'intégrale d'une équation de la forme

$$(2)\qquad y''' = \left(1 - \frac{1}{n}\right)\frac{y''^2}{y'} + b(y)y'y'' - \frac{n}{n+1}c(y)y'^3,$$

que l'on déduit de l'équation (1) et qu'il appelle la *simplifiée* de l'équation proposée. (Le nombre n désigne un entier positif, négatif ou infini, mais différent de 0 et -1.) Je me propose, dans cette Note, en me limitant au cas où b et c sont *rationnels* en y, d'intégrer explicitement l'équation (2) quand son intégrale générale est uniforme.

Je vérifierai aussi, conformément à un théorème énoncé sans démonstration par M. Painlevé, que cette intégrale se ramène aux fonctions automorphes ou dégénérescences.

On sait qu'on peut substituer à l'équation (2) le système

$$(3)\qquad \frac{dx}{dy} = v^{-\frac{n}{n+1}},$$

$$(4)\qquad v'' - b(y)v' + c(y)v = 0,$$

où les accents désignent des dérivées par rapport à y.

Je montre tout d'abord que les intégrales de l'équation (4) doivent être régulières au voisinage de tout point singulier a_i de l'équation, y compris le point à l'infini. Les racines de l'équation fondamentale déterminante (e_i), relative à a_i, sont de la forme $\left(1 + \frac{1}{n}\right)\left(1 + \frac{1}{m_i}\right)$ et $\left(1 + \frac{1}{n}\right)\left(1 + \frac{1}{p_i}\right)$, m_i et p_i désignant deux entiers. S'ils sont égaux, leur valeur commune est l'infini; sinon, les produits de la différence des racines par m_i et p_i sont entiers. Il s'introduit ainsi une équation (E), à résoudre par entiers, qui joue un grand rôle dans la question; elle fait connaître l'un des entiers m_i et p_i en fonction de l'autre et de n; et l'on achève, en général, de déterminer les m_i en étudiant une seconde équation d'arithmétique introduite par la considération de la fonction $b(y)$ dans le domaine du point à l'infini. En général, on trouve ainsi un nombre limité de formes possibles pour les coefficients $b(y)$ et $c(y)$.

Il y a une seule exception : pour $n = -2$, on doit avoir $b(y) \equiv 0$. C'est le cas des fonctions fuchsiennes et kleinéennes de genre zéro. La considération du point $y = \infty$ montre seulement que $c(y)$ a la forme bien connue dans la théorie des fonctions automorphes.

Lorsque n a une valeur arbitrairement choisie, la résolution de (E) montre que, pour chaque (e_i), la différence des racines est l'inverse d'un

entier; y est une fonction uniforme du rapport z des intégrales de (4), la fonction $y(z)$ vérifiant une équation du type de Briot et Bouquet : $\frac{dy}{dz} = \rho(y)$ (ρ désigne la racine d'un polynome) et z s'obtient par la relation $z = (Cx + C')^n + C''$, qu'il faut remplacer par $z = e^{Cx+C'} + C''$, pour n infini. Soit encore $A(y) = \frac{\rho'(y)}{\rho(y)}$; l'équation (4) s'écrit

$$(5) \qquad F(v) = v'' - \left(1 + \frac{2}{n}\right) A v' + \left(1 + \frac{1}{n}\right)\left(\frac{A^2}{n} - A'\right) v = 0.$$

En conservant pour (E) la solution dont il vient d'être parlé, on obtient encore pour $n = -2, 1, 2, \infty$, des équations (4) ne rentrant pas dans le type (5); ce sont les équations

$$(6) \qquad F(v) + \frac{4\pi^2}{\omega^2}\left(1 + \frac{1}{n}\right)^2 \frac{v}{f(y)} = 0 \qquad (n = -2, 1, 2, \infty).$$

Ici, $\rho(y)$ désigne la racine carrée d'un polynome du quatrième (ou troisième) degré, premier avec sa dérivée, et ω représente une période de la fonction elliptique $y = \varphi(u)$ définie par l'équation $\left(\frac{dy}{du}\right)^2 = f(y)$. Pour $n = -2$, la fonction $y(x)$, ainsi obtenue, est bien connue. Entre bien des formes possibles pour les intégrales, on peut choisir les suivantes :

$$y = \varphi(u + C)$$

et

$$u = \frac{\omega}{\pi} \operatorname{arc\,tang}(Ax + B) \quad (n = -2); \qquad u = \frac{\omega}{4\pi} \operatorname{arc\,cos} \wp(Ax + B;\, 4, 0) \qquad (n = 1);$$

$$u = \frac{\omega}{\pi} \operatorname{arc\,tang} e^{Ax+B} \qquad (n = \infty); \qquad u = \frac{\omega}{3\pi} \operatorname{arc\,cos}[\wp(Ax + B;\, 0, 4)]^{-\frac{3}{2}} \quad (n = 2).$$

Dans le cas de $n = \infty, 3, 2, 1$, l'équation (E) admet d'autres solutions qui introduisent un grand nombre de formes possibles pour (4). Je me borne à un résumé sommaire. La différence des racines de (e_i) peut être un entier, non nul; mais alors l'intégrale de (4) ne présente pas de terme logarithmique dans le domaine de (a_i). Cette circonstance est importante dans la discussion des équations (4). Posons

$$b(y) = \sum_{i=1}^{\lambda} \frac{\beta_i}{y - a_i} \qquad \text{et} \qquad c(y) = \frac{h y^{\lambda-2} + h_1 y^{\lambda-3} + \ldots + h_{\lambda-2}}{(y - a_1)\ldots(y - a_\lambda)} + \sum_{i=1}^{\lambda} \frac{\gamma_i}{(y - a_i)^2};$$

on peut supposer, pour réduire le nombre des équations à étudier, que

$h + \sum_{i=1}^{\lambda} \gamma_i = 2\left(1+\frac{1}{n}\right)\left(1+\frac{2}{n}\right)$, et l'on aura

$$h_1 + \sum_{i=1}^{\lambda}\left[h + 2\gamma_i - 2\left(1+\frac{1}{n}\right)\beta_i\right]a_i = 0$$

[on doit ajouter à une équation ainsi écrite celles qui s'en déduisent par la transformation

$$y = a_i - \frac{1}{Y}, \qquad v = VY^{-2\left(1+\frac{1}{n}\right)},$$

qui laisse (3) invariant].

Cela étant, on obtient, pour $n = \infty$, deux équations dont les coefficients h et γ contiennent un entier arbitraire; elles s'intègrent par des exponentielles. On trouve encore, pour $n = 2$, trois équations et, pour $n = 1$, quatre équations où figure un entier arbitraire; leur intégrale s'obtient par des fonctions du type rationnel, exponentiel ou elliptique. Il faut ajouter à ces équations, pour $n = 3$, deux équations, pour $n = 2$, deux types et, pour $n = 1$, seize types d'équations. En laissant de côté un cas dont je me réserve l'étude, on peut dire que toutes les équations (4) s'intègrent algébriquement; dès que l'on a $\lambda > 3$ (on peut avoir $\lambda = 4, 5, 6$), l'équation (4) admet au moins un polynome pour intégrale, ce qui fait connaître les coefficients h_ν ($\nu > 1$). Enfin, les intégrales $y(x)$ sont données par les relations

$$y + f(t), \qquad \left(\frac{dt}{dx}\right)^2 = AP(t) + BQ(t),$$

$f(t)$ désignant une fonction rationnelle, A et B deux constantes, P et Q deux polynomes du quatrième degré au plus.

GÉOMÉTRIE VECTORIELLE. — *Sur la représentation des équations entières de degrés quelconques*. Note de M. **J. Massau**, présentée par M. Maurice Levy.

1. Trois systèmes de droites, rationnels, respectivement des degrés m, n, p par rapport à trois variables u, v, w, représentent une équation de degrés (m, n, p). L'équation générale de cette forme ne peut être repré-

sentée que s'il existe, entre les coefficients, R relations

$$R = (m+1)(n+1)(p+1) - 3(m+n+p) + 1.$$

2. On peut déduire les systèmes u, v ou les trois systèmes d'un système u', en remplaçant u' par des fonctions rationnelles de u, de v ou de w; l'équation qui représente l'abaque peut être divisée par un ou trois facteurs; ce sont des solutions étrangères à l'équation simplifiée. Une équation de degrés (m, m, p) peut être représentée en introduisant une solution étrangère de degrés $(1, 1, 0)$; une équation de degrés (m, m, m), en introduisant trois solutions étrangères de degrés $(1, 1, 0)(0, 1, 1)(1, 0, 1)$. Le nombre de relations est diminué dans le premier cas de $4 - 3m$ et dans le second cas de $8 - 6m$. Les équations qui peuvent être représentées en introduisant des solutions étrangères de degrés $(k, k', 0)$ sont susceptibles d'abaissement.

3. Les équations de degrés $(1, 1, 1)$ et $(1, 1, 2)$ peuvent toujours être représentées. Nous avons résolu ces cas en 1884 (¹).

4. *Abaque sans solution étrangère.* — L'équation donnée doit pouvoir se mettre sous une forme linéaire et homogène par rapport à trois fonctions M, N, P de (u, v), ce qui exige que R' déterminants de 4^2 éléments soient nuls

$$R = (p-2)[(m+1)(n+1) - 3].$$

On trouve ensuite R'' déterminants, de 3^2 éléments, égaux à zéro. Enfin, mn proportions, entre des déterminants ou des produits de déterminants, complètent les R relations nécessaires et suffisantes. Les valeurs critiques correspondent aux droites communes à deux systèmes.

5. *Abaque avec solution étrangère.* — L'équation linéaire en M, N, P peut toujours être représentée par un abaque comprenant un système de droites w et un réseau de lignes représenté par les équations

$$\frac{x}{M} = \frac{y}{N} = \frac{z}{P}.$$

On trouve les équations des lignes u ou v en éliminant v ou u. C'est cette élimination qui introduit les solutions étrangères (205, 206, 207, *loc. cit.*). Lorsque le réseau est curviligne et que la courbe u coupe la courbe v en

(¹) *Mémoire sur l'intégration graphique*, nos 177 à 207 (*Annales des Ingénieurs de Gand*, 1883-1884).

plusieurs points variables, on introduit des solutions étrangères contenant les trois variables.

6. *Abaque contenant trois solutions étrangères des degrés* (1,1,0) (0,1,1) (1,0,1). — Considérons un système de droites de degré $m+2$ par rapport à u. En un point du plan, on trouve $m+2$ valeurs de u; prenons trois valeurs pour u, v, w; on représente ainsi une équation de degrés (m, m, m) symétrique par rapport aux trois variables. Pour représenter de cette manière l'équation générale de degrés (m, m, m), on doit d'abord la rendre symétrique par deux transformations bilinéaires effectuées sur v et w. Les conditions de possibilité et les paramètres des transformations s'expriment au moyen de déterminants de $(m+1)^2$ éléments. On obtient les R conditions nécessaires et suffisantes en ajoutant, aux précédentes, les R′ conditions qui permettent la représentation de l'équation symétrique

$$R' = \frac{(m+1)\,m\,(m-1)}{1.2.3}.$$

Les valeurs critiques correspondent aux droites doubles du système u. La surface, qui représente l'équation en coordonnées cartésiennes, contient un hexagone de droites pour chacune des droites doubles du système u.

7. *Abaques à lignes mobiles.* — La transformation de contact, appliquée à un abaque ordinaire, introduit une ligne mobile; l'abaque n'est pratique que si cette ligne est invariable. Pour ce motif, nous avons, en 1884, formulé de la manière suivante le principe des abaques à mouvement : on trace sur un plan les lignes w, sur une feuille transparente mobile les lignes u, sur une autre feuille transparente mobile les lignes v. On met ainsi en relations les variables (u, u_1, u_2, u_3 ; v, v_1, v_2, v_3 ; w). On augmente encore le nombre des variables par les abaques accolés (186 et 187, *loc. cit.*) On peut aussi diminuer ce nombre en égalant des variables entre elles ou à des constantes. Lorsque u et v sont constants, les feuilles mobiles se réduisent à des lignes invariables ; nous les supposerons droites.

8. *Système* (u_1, u_2 ; w). — Une droite (u_1, u_2) passe par un point w; l'abaque est la figure réciproque d'un précédent : une droite w passe par un point (u_1, u_2) d'un réseau.

9. *Système* (u_1, u_2 ; v, w). — Une droite (u_1, u_2) passe par un point (v, w) d'un réseau de lignes. Toute équation à quatre variables peut être représentée de cette manière, quand on peut la rendre linéaire et homogène par rapport à trois fonctions de deux des variables. Exemple : l'équation de degrés (1, 1, 1, 1) peut être représentée moyennant une seule condition.

10. *Système* $(u_1 u_2; v_1, v_2; w)$. — Deux droites mobiles (u_1, u_2) (v_1, v_2) se coupent sur une droite w. Pour représenter de cette manière une équation à cinq variables, on doit successivement, moyennant certaines conditions, la rendre linéaire et homogène par rapport à trois fonctions de chacun des trois groupes de variables. Les coefficients de l'équation transformée doivent satisfaire aux dix conditions du cas (2, 2, 2) du numéro 4 de cette Note. Ces conditions disparaissent si, pour deux groupes de variables, les trois fonctions se réduisent à deux. Ces résultats sont encore applicables au cas où la droite w est remplacée par une droite mobile (w_1, w_2).

Exemples : l'équation (1, 1, 1, 1, 1) peut être représentée moyennant 12 relations entre les 31 coefficients ; l'équation (1, 1, 1, 1, 1, 1), moyennant 38 relations entre les 63 coefficients.

GÉODÉSIE. — *Détermination de l'altitude du sommet de l'Aconcagua (Cordillère des Andes).* Note de M. **Fr. Schrader**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

L'Aconcagua est depuis longtemps considéré comme le sommet dominant des deux Amériques, mais son altitude n'a pas encore été fixée avec certitude.

Entre les 7300^m, datant des observations de l'amiral Fitz Roy, les 7120^m de la Commission de limites Chilo-Argentine, les 6970^m obtenus par Paul Güssfeldt dans des conditions d'opération plus favorables, les géographes peuvent encore hésiter. L'*Annuaire du Bureau des Longitudes* a conservé la cote 7120^m, qui, d'après les calculs de Grüssfeldt, me paraissait devoir être trop élevée.

Ayant eu l'occasion de visiter en 1904 la partie de la Cordillère que domine l'Aconcagua, j'ai voulu profiter de ce voyage et de la mission que m'avait confiée le Gouvernement argentin, de lever le tracé du chemin interocéanique du col de la Cumbre, pour déterminer avec plus de précision cette cote importante.

Diverses circonstances, et l'espoir non réalisé d'une deuxième excursion dans la Cordillère, ont retardé la publication du résultat de mes calculs, qui ramènent l'Aconcagua à 6953^m d'altitude [1].

[1] J'ai à remercier M. E. del Castillo, ingénieur argentin, chargé du service des communications à travers la Cordillère, élève de notre École Centrale, pour l'aide dévouée qu'il m'a prêtée dans cette occasion.

Devant l'impossibilité où je me trouvais de mesurer une base satisfaisante et d'altitude sûre en aucune partie des pentes d'où le sommet de l'Aconcagua était visible, je résolus de mettre en pratique une idée suggérée par le Colonel Goulier : c'était d'établir une base en pleine montagne, par la méthode stadimétrique.

La chose était aisée, puisque j'avais à ma disposition un tachéographe construit, avec sa perfection habituelle, par M. J. Carpentier, et qui me permettait, en réitérant les visées, d'obtenir une précision bien supérieure à celle d'une mesure directe prise dans les conditions où je me trouvais. La petite plaine de Las Cuevas, dont l'horizontalité était facile à constater, grâce à des nappes d'eau glacée, dans certaines parties voisines de la station terminus du chemin de fer transandin, me facilitait l'opération.

J'établis d'abord dans la montagne, à 600^m ou 700^m plus haut, non loin de la crête frontière, deux signaux bien visibles depuis Las Cuevas, écartés l'un de l'autre d'environ 800^m et plantés sur deux points d'où l'Aconcagua se distinguait nettement. Cela fait, je plantai sur un point de la plaine de Las Cuevas, de niveau avec la base du perron de la station, à $3151^m,5$, un jalon initial à partir duquel je mesurai, avec un ruban d'acier soigneusement étalonné, et qui fut encore vérifié au retour par M. H. Vallot, deux bases horizontales destinées à servir de mires stadimétriques, et perpendiculaires chacune à la direction d'un des signaux placés dans la montagne; à l'autre extrémité de chacune de ces bases, je plantai un jalon terminal, d'une verticalité rigoureuse ([1]). La longueur des bases, $27^m,50$, me permettait des visées de plusieurs kilomètres.

Je m'élevai alors vers le point B, situé à 150^m environ au-dessous du col de la Cumbre, c'est-à-dire vers 3650^m d'altitude, et je dirigeai mes visées d'abord sur la mire de Las Cuevas, pour déterminer la distance planimétrique et verticale qui m'en séparait. Ces visées furent réitérées trois fois, et la différence entre les trois lectures de distances et la moyenne ne dépassa pas $\frac{1}{3000}$, soit : $2653^m,6$, $2652^m,8$ et $2654^m,4$, la moyenne étant $2653^m,6$. La différence de niveau indiquée par l'échelle verticale de l'instrument était de $537^m,3$, entre la lunette de l'instrument et le jalon initial de Las Cuevas, sur lequel un point avait été marqué à la hauteur de cette lunette au-dessus du sol, soit $1^m,5$.

Je visai alors le sommet de l'Aconcagua, en lisant d'abord l'angle horizontal formé

([1]) La cote $3151^m,5$, contrôlée et vérifiée à diverses reprises par les ingénieurs de la ligne transandine, peut être considérée comme bonne. Il n'en est pas de même des cotes du col et des sommets voisins entachées d'erreurs qui atteignaient plusieurs dizaines, parfois plusieurs centaines de mètres.

L'angle formé, à partir du jalon initial, par la direction des deux signaux A et B, angle mesuré au tachéographe, et vérifié à l'aide d'un petit théodolite que possédait M. del Castillo, fut trouvé de $16°3'7''$ au théodolite, de $17^G83'$ au tachéographe.

par sa direction et celle du jalon initial de Las Cuevas, puis l'angle vertical qui devait me donner la différence de niveau.

J'opérai de même de la station A.

Voici les données obtenues et le résultat conclu :

Station A. —	Distance en planimétrie au jalon initial...	2283^{m},8
Station B. —	» » » ...	2653,6
	Différence de niveau en A.............	655,0
	» » B.............	537,3
	Distance horizontale A — B...........	780,58

Prenant ce côté A — B comme base d'un triangle dont l'Aconcagua formait le sommet, j'obtins les deux autres côtés de ce triangle :

Côté A. — Aconcagua..............................	19611^{m},9
Côté B. — Aconcagua..............................	19322,1

Dès lors les différences de niveau devenaient :

A. Aconcagua.........................	3126^{m},3
B. Aconcagua.........................	3231^{m},2

Ce qui me donnait, avec la correction du niveau apparent, de la réfraction et de la hauteur de l'instrument :

De la station A, altitude de l'Aconcagua...............	6959^{m},9
De la station B, » »	6946^{m},2
Moyenne.....................	6953^{m},0

J'ajoute qu'une deuxième opération faite du sommet qui domine le col de la Cumbre, à 3907^{m}, au cours de mon levé du passage entre Argentine et Chili, m'a donné pour le sommet de l'Aconcagua, avec une distance horizontale de 19 800^{m}, une altitude de 6952^{m}, qui ne différerait pas sensiblement de la moyenne ci-dessus, mais que je juge plus prudent de ne pas y introduire, la coïncidence me paraissant trop grande pour avoir une valeur certaine.

Ces résultats peuvent être légèrement modifiés par la valeur qui sera définitivement attribuée à la réfraction dans cette partie de l'Amérique.

Il faut noter aussi qu'un sommet neigeux comme celui de l'Aconcagua varie incessamment de hauteur avec l'enneigement.

Le jour où je l'ai mesuré, une tempête, venant du Pacifique, soufflait depuis trois jours et avait pu le débarrasser d'une certaine épaisseur de neige.

Ainsi, les résultats définitifs que j'ai obtenus ne corrigent pas de 17^m ceux obtenus par le Dr Güssfeldt, mais avec une base d'opération plus certaine, la cote de départ de cet observateur ayant été déduite d'observations barométriques non contrôlées.

Quant à la méthode employée, c'est-à-dire à l'établissement possible de bases intermédiaires par la méthode stadimétrique, elle me paraît, comme l'avait pensé le colonel Goulier, pouvoir rendre de sérieux services dans l'étude topographique de régions de montagnes très étendues, à grandes cimes peu accessibles, et en pays peu fréquenté, comme la Cordillère des Andes ou l'Himalaya, où ce procédé permettrait de relier entre eux les points, souvent très espaeés, déterminés par une triangulation régulière.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'ionisation par barbotage*. Note de M. **L. Bloch**, présentée par M. Lippmann.

M. de Broglie a publié récemment (1) une Note relative au barbotage. Dans cette Note l'auteur n'a pas fait l'historique de la question, je crois devoir faire observer que j'ai fait connaître avant lui (2) un certain nombre des résultats qu'il a énoncés.

En particulier, pour ce qui concerne l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique, j'ai énoncé (3) à peu près tous les résultats de M. de Broglie en les complétant par des mesures de mobilités.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la compressibilité des gaz au voisinage de la pression atmosphérique*. Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Amagat.

La connaissance exacte de la compressibilité des gaz au voisinage et audessous de la pression atmosphérique est nécessaire pour déterminer leurs poids moléculaires par la méthode des densités limites.

(1) *Comptes rendus,* 16 juillet 1907, p. 172.
(2) *Comptes rendus,* 1er juillet 1907.
(3) *Loc. cit.*

On admet souvent que la variation du produit pv dans ces conditions est une fonction linéaire de la pression

$$pv = 1 - \alpha p, \tag{1}$$

α étant une constante. Mais les mesures de Regnault et de M. Chappuis ont fait voir que, dès la pression atmosphérique, cette formule conduit pour les gaz aisément liquéfiables, tels que l'anhydride carbonique, à des écarts supérieurs aux erreurs d'expérience. Et, dès mes premières Notes de 1898 sur la méthode des densités limites, j'ai signalé que la formule (1) étant insuffisante pour des gaz tels que CO^2 ou SO^2 devait être remplacée par celle de Van der Waals. Cependant, tout récemment (*Comptes rendus*, 17 juin 1907), M. Guye ayant cru préférable de revenir à la formule (1) et d'admettre pour le coefficient A_0^1 entre 0^{atm} et 1^{atm}, les valeurs trouvées pour CO^2 entre 1^{atm} et 2^{atm} et pour SO^2 entre $0^{atm},5$ et 1^{atm}, j'ai jugé utile de soumettre ce point au contrôle de l'expérience.

Voici les résultats que j'ai trouvés à 0° pour le coefficient d'écart à la loi de Mariotte $A_p^{p'} = \frac{1}{pv}\frac{\Delta(pv)}{\Delta p}$ entre 2^{atm} et 1^{atm}; 1^{atm} et $0^{atm},5$; $0^{atm},5$ et $0^{atm},25$.

	A_2^1.	$A_{0,5}^1$.	$A_{0,25}^{0,50}$.
CO^2	0,00688	0,00676	0,00666
Az^2O	0,00764	0,00751	0,00746
SO^2	0,02617	0,02407	0,02366

Il suit de là que *pour des pressions inférieures à 2^{atm} et même à 1^{atm}, la variation de pv n'est pas une fonction linéaire de la pression pour les gaz très compressibles*. La supposition qui consiste à confondre A_0^1 avec A_2^1 pour CO^2 ou avec $A_{0,5}^1$ pour SO^2 entraîne sur les poids moléculaires de ces gaz des erreurs de $\frac{2}{10000}$ à $\frac{4}{10000}$.

Les nombres précédents montrent de plus que, *dans les limites de pression envisagées ici, la variation de pv est fonction linéaire de la densité r*.

On en déduit, en effet, les valeurs suivantes du coefficient $\varepsilon = -\frac{d(pv)}{dr}$ qui sont bien constantes, au degré d'exactitude des expériences :

	$2^{atm} - 1^{atm}$.	$1^{atm} - 0^{atm},5$.	$0^{atm},50 - 0^{atm},25$.	Valeur moyenne de ε.
CO^2	0,00665	0,00667	0,00662	0,00665
Az^2O	0,00735	0,00739	0,00740	0,00738
SO^2	0,02318	0,02294	0,02312	0,02308

On peut donc poser

$$pv = 1 - \varepsilon : v. \tag{2}$$

C'est la formule que j'ai indiquée dans mon Mémoire *Sur les thermomètres à gaz*, pour le calcul de A_0^1 d'après A_2^1 et pour l'extrapolation vers les faibles pressions.

Le résultat expérimental trouvé plus haut est d'ailleurs conforme aux faits déjà connus. On sait avec quelle exactitude, dans des limites de pression étendues, la compressibilité isothermique d'un gaz se laisse représenter par la formule de Van der Waals :

$$(3) \qquad (p + a : v^2)(v - b) = 1$$

Ce maître éminent et ses émules immédiats (Cf. notamment Roth, *Wied. Ann.*, 1880, t. II, p. 1) ont calculé les valeurs de a et b au voisinage de la pression atmosphérique pour les gaz CO^2, Az^2O, AzH^3, SO^2. J'ai moi-même indiqué en 1898 un mode de calcul très simple, en remarquant d'ailleurs que ce qui importe ici, c'est seulement la différence $(a - b) = \varepsilon$. Or, avec toutes ces valeurs de a et b, on constate que *la formule* (3) *indique que la variation de pv est parabolique en fonction de la pression dès le voisinage de la pression atmosphérique, mais est linéaire en fonction de la densité jusqu'au delà de* 6^{atm} *pour* CO^2 *et de* 2^{atm} *pour* SO^2.

Dans ces limites l'équation (2) donne les mêmes résultats que l'équation (3). C'est ce que l'on vérifie en particulier en les appliquant, comme je l'ai fait, au problème des densités limites. Il s'agit de déduire de la valeur expérimentale A_2^1 (mesurée entre 1^{atm} et 2^{atm}) la valeur théorique A_0^1 entre 0^{atm} et 1^{atm}. Dans mon premier Mémoire (*Journal de Physique,* t. VIII, p. 263), j'ai indiqué les formules

$$(4) \qquad A_2^1 = \frac{(a-b)}{[1-2(a-b][1-3(a-b)]}, \qquad A_0^1 = \frac{(a-b)}{1-(a-b)}.$$

Ces formules résolvent le problème. La valeur connue A_2^1 donne par une équation du second degré $(a - b)$, d'où l'on déduit A_0^1. Or j'ai montré depuis que les expressions (4) que j'avais obtenues en 1898 en partant de l'équation (3), s'obtiennent d'une manière presque immédiate au moyen de l'équation (2) dans laquelle $\varepsilon = (a - b)$.

Désignons par δA la quantité à retrancher de A_2^1 pour obtenir A_0^1, le Tableau suivant des valeurs de $10^5 \delta A$ permet de juger du degré de concordance des diverses formules que j'ai indiquées : formule (3) en 1898, formule (2) en 1902, et formule (4) en 1898 et 1907.

	H^2.	Az^2.	CO.	O^2.	AzO.	CO^2.	Az^2O.	HCl.	AzH^3.	SO^2.
Formule (3)...	0,2	0,07	0,1	0,2	0,4	18	22	23	90	241
Formule (2)...	0,2	0,07	0,1	0,2	0,4	18	24	25	90	244
Formule (4)...	0,2	0,07	0,1	0,2	0,4	18	24	25	89	238

Encore dois-je noter que, dans le calcul par la formule (3) qui se fait par approximations successives, je m'étais contenté, pour les gaz très compressibles, d'une approximation de 2 à 3 unités, amplement suffisante en présence des écarts expérimentaux qui entraînent une incertitude dix fois aussi grande; comme on le voit en rapprochant les nombres de MM. Leduc et Sacerdote de ceux de lord Rayleigh pour les six premiers gaz et de MM. Jaquerod et Scheuer pour les deux derniers :

	H^2.	Az^2.	CO.	O.	CO^2.	Az^2O.	AzH^3.	SO^2.
Écart expérimental....	+11	+18	+35	+18	−13	−20	+34	−31

Ainsi est justifiée ma conclusion : « Les résultats obtenus par ces diverses formules sont presque identiques; mais il faut bien noter que l'on calcule ainsi, non pas la compressibilité du gaz qui est empruntée à l'expérience, mais une correction toujours très faible à apporter à ce nombre expérimental ». (*Zeits. f. Elektroch.*, t. X, 1904, p. 622.)

C'est précisément ce point qui a échappé à M. Guye qui, dans ses remarques à ce sujet (*Comptes rendus*, 17 juin 1907), a confondu deux problèmes distincts : le calcul de l'extrapolation δA pour passer de A_{2}^{1} à A_{0}^{1}, qui est seul en question ici, et le calcul de A_{0}^{1} par les constantes critiques. La première et la troisième ligne de son Tableau sont extrapolées d'après les expériences de MM. Leduc et Sacerdote, mais la seconde, contrairement à ce qu'il indique, n'emprunte absolument rien à ces auteurs. Elle ne concerne même pas la même grandeur; tandis que la première et la troisième ligne s'appliquent à A_{0}^{1}, la seconde s'applique à la valeur A_0, limite de $A_{p}^{p'}$ quand p et p' tendent vers zéro. Ces deux valeurs ne se confondraient que si la formule (1) était correcte au lieu de la formule (2) et, par suite, si les valeurs δA étaient nulles.

En ce qui concerne le calcul de ε ou de A_{0}^{1}, d'après les constantes critiques, je renverrai aux Tableaux donnés précédemment (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 78 et 195), qui font ressortir l'accord de ma formule avec l'expérience. J'ajouterai que la valeur $\varepsilon = 0,00738$, trouvée aujourd'hui pour Az^2O, se confond presque avec la valeur 0,00739 que j'avais déduite des constantes critiques. Pour CO^2, la différence de 2 à 3 pour 100 entre la valeur observée ε et la valeur calculée d'après T_c et p_c tient à l'incertitude de la loi des états correspondants, car elle disparaît (*cf.* mon Mémoire : *Sur les thermomètres à gaz*, p. 38 et 100) si, dans la formule fondamentale

$$\varepsilon = -\frac{d(pv)}{dp} = \frac{v_c}{4}\left(6\frac{T_c^2}{T^2} - 1\right),$$

on introduit la valeur observée $d_c = 0,464$ (Amagat) de la densité critique en place de la valeur calculée d'après T_c et p_c.

Les déviations de la loi des états correspondants s'accentuent quand on approche de la saturation. M. Leduc a montré que, à la température ordinaire, elles dépassent 30 pour 100 pour les compressibilités de gaz tels que AzH^3, CH^3Cl, SO^2, PH^3 ou H^2S. L'emploi d'une formule unique, fondée sur les constantes critiques T_c et p_c, ne peut donc plus convenir dans ces conditions. Au contraire, le calcul direct des densités limites, d'après les compressibilités expérimentales, est entièrement rigoureux dans tous les cas.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Azotate d'argent. Calorimétrie à haute température.* Note de M. **Guinchant**, présentée par M. Haller.

J'ai déterminé, en vue d'études cryoscopiques et électriques, la chaleur latente de fusion de l'azotate d'argent. J'ai employé tout d'abord la méthode calorimétrique que j'ai précédemment décrite : une bouteille de platine

contenant 150^g,6 d'azotate d'argent pur était chauffée dans un four électrique à résistance de nickel, puis immergée dans l'eau d'un calorimètre amené sous le four. L'expérience a fourni les nombres de grandes calories suivants rapportés au kilogramme :

Azotate rhombique.....	$Q_0^{49,3} = 6,753$	$Q_0^{82,7} = 12,045$	$Q_0^{99,9} = 14,117$	$Q_0^{137} = 19,349$
Azotate rhomboédrique.	$Q_0^{165,7} = 27,844$	$Q_0^{188} = 31,162$		
Azotate fondu.........	$Q_0^{214} = 52,318$	$Q_0^{244,5} = 58,035$	$Q_0^{281,5} = 64,942$	

On déduit de là les constantes thermiques suivantes :

Chaleur spécifique de l'azotate rhombique solide.........	$c_1 = 0,141$ (1)
Chaleur spécifique de l'azotate rhomboédrique solide.....	$c_2 = 0,149$
Chaleur spécifique de l'azotate fondu liquide............	$c' = 0,187$
Chaleur de transformation de l'azotate rhombique en azotate rhomboédrique à 159°.........................	$a = 4^{Cal},9$
Chaleur de fusion à 208°............................	$L = 17^{Cal},6$

La chaleur spécifique est, comme pour les autres sels étudiés, notablement plus grande à l'état liquide qu'à l'état solide; la chaleur de fusion donne pour le quotient $\frac{LM}{T}$ une valeur (5,8) très différente du nombre 10 prévu par la règle de M. de Forcrand.

La détermination des chaleurs de fusion par la méthode calorimétrique est toujours pénible et longue parce qu'elle doit fournir, en même temps, d'autres constantes d'un intérêt secondaire; elle est d'ailleurs inapplicable aux corps qui subissent, à l'état solide, des transformations lentes.

J'ai étudié une méthode plus directe basée sur le principe suivant : un appareil, isolé thermiquement par des enveloppes à vide, reçoit sous forme électrique des quantités de chaleur connues. On détermine la température stationnaire correspondant à une quantité de chaleur donnée par minute et l'on trace la courbe qui lie ces deux variables.

Cette courbe, droite dans un intervalle de température restreint, ne dépend que de l'isolement thermique et de la surface de refroidissement; elle est toujours la même avec un appareil déterminé. Pour faire une mesure, on produit dans cet *électrocalorimètre* la réaction exothermique à étudier (changement d'état, action chimique, etc.), et l'on maintient la température constante au moyen d'un courant électrique convenable. La quantité de chaleur à mesurer est égale à la différence entre la valeur lue

(1) Regnault a donné $c_1 = 0,143$.

sur la courbe à la température de l'expérience et la quantité de chaleur apportée par le courant auxiliaire.

J'ai employé un récipient en verre argenté de Dewar entouré d'une épaisse couche d'amiante cardée et de deux enveloppes métalliques réfléchissantes. Au fond du récipient était placé un réchauffeur électrique constitué par un fil de maillechort enroulé en spirale cylindrique entre deux feuilles d'aluminium; ce four minuscule pesait 25g. Le corps à étudier remplissait un matras d'environ 30cm³ placé à l'intérieur du réchauffeur; la température était lue sur un thermomètre à mercure plongeant presque jusqu'au fond du matras. Il est à peu près impossible de rendre la température rigoureusement stationnaire, mais les corrections se font, comme en calorimétrie ordinaire, en utilisant le diagramme des variations de la température avec le temps.

Je n'ai fait jusqu'ici qu'une étude comparative des résultats fournis par cette méthode avec les résultats fournis par la méthode calorimétrique. Les nombres obtenus présentent un accord très satisfaisant; ainsi l'électrocalorimètre a fourni, pour les chaleurs de fusion :

De l'étain	14,3	au lieu de	13,6 à 14,6
De l'iodure mercurique	9,6	»	9,8
De l'azotate d'argent	17,9	»	17,6

CHIMIE MINÉRALE — *Sur les acides ortho et pyroarsénique.* Note de M. E. **Baud**, présentée par M. Ditte.

Les acides arséniques ont déjà été étudiés par Buchholz, Kopp, Geuther et Joly.

Plus récemment, Auger (1) a repris cette étude. Il a reconnu notamment que le produit de la concentration, au bain-marie, de la solution d'acide arsénique, décrit par Kopp comme de l'acide orthoarsénique, avait en réalité pour composition : $As^2O^5 + 1,5H^2O$.

L'acide orthoarsénique pur n'a pu être obtenu ni par Joly, ni par Auger.

L'acide pyroarsénique $As^2O^7H^4$ de Kopp et l'acide métarsénique AsO^3H signalé par Kopp et par Joly, n'ont pu être reproduits par Auger. D'après ce savant, les seuls hydrates qui existeraient réellement seraient : $(AsO^4H^3)^2, H^2O$ ou $As^2O^5, 4H^2O$ et $2As^2O^5, 3H^2O$ ou $As^2O^5, 1\frac{1}{2}H^2O$. Le premier est celui qui se dépose, à froid, à l'état cristallisé, des solutions

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1059.

concentrées d'acide arsénique et le second s'obtient par déshydratation du premier à l'étuve à 110°.

J'ai bien obtenu ces deux hydrates, mais j'ai préparé en outre l'acide pyroarsénique.

L'hydrate $As^2O^5, 4H^2O$ placé pendant plusieurs jours sous cloche, au-dessus de l'acide sulfurique concentré, reste inaltéré tant que la température ne dépasse pas + 10°, ce qui permet de priver facilement les cristaux de l'eau mère qu'ils ont pu retenir.

Mais au-dessus de 10°, vers + 15° ou + 20°, par exemple, les cristaux s'effleurissent et perdent exactement $2H^2O$.

Le produit restant est donc $As^2O^5, 2H^2O$ ou $As^2O^7H^4$: c'est de l'acide pyroarsénique, ainsi que le confirme l'étude thermique.

$As^2O^7H^4$. — Sa chaleur de dissolution dans l'eau vers 10° est $+ 2^{Cal},766$.

Connaissant, en outre, d'une part, la chaleur de dissolution du pyroarséniate tétrasodique obtenu en calcinant l'orthoarséniate disodique et, d'autre part, la chaleur de neutralisation de l'acide orthoarsénique par 2^{mol} de soude, on pourra mesurer l'acidité moyenne de l'acide pyroarsénique (1).

J'ai ainsi trouvé $+ 51^{Cal},87$, tandis que pour l'acide orthoarsénique on a :

$$+ 47^{Cal},92 \ (^2).$$

Si l'on compare ces nombres à ceux fournis par l'acide pyrophosphorique : $+ 54^{Cal},15$ (3) et par l'acide orthophosphorique : $+ 49^{Cal},38$ (4), on voit que les différences sont tout à fait du même ordre :

3,95 entre les acides pyro et orthoarséniques et 4,77 entre les acides pyro et orthophosphoriques.

---

(1) *Premier cycle :*

$As^2O^7H^4$ sol. + 4 Na sol.	$= As^2O^7Na^4$ sol. + 4 H gaz	$+ x$
$As^2O^7Na^4$ sol. + H^2O + aq.	$= 2\,AsO^4Na^2H$ diss	$+ 19^{Cal},986$

Deuxième cycle :

$As^2O^7H^4$ sol. + H^2O + aq.	$= 2\,AsO^4H^3$ diss..............	$+ 2^{Cal},766$
4 Na + aq.	$= 4$ Na OH diss...............	$+ 169^{Cal},600$
$2\,AsO^4H^3$ diss. + 4 Na OH diss.	$= 2\,AsO^4Na^2H$ diss............	$+ 55,200$

d'où

$$x = 227^{Cal},566 - 19^{Cal},986 = 207^{Cal},58$$

ce qui donne pour l'acidité moyenne $+ 51^{Cal},87$.

(2) E. BAUD et A. ASTRUC, *Comptes rendus*, 17 juin 1907.

(3) H. GIRAN, *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, juin 1903.

(4) R. DE FORCRAND, *Comptes rendus*, t. CXV, 1892, p. 611.

Hydrate $As^2O^7H^4, 2H^2O$. — C'est un hydrate d'acide pyroarsénique.

Une très faible élévation de température permettant de passer de cet hydrate au précédent, ces deux corps doivent vraisemblablement se trouver au même degré de condensation.

L'hydrate $As^2O^5, 4H^2O$ a pour chaleur de dissolution dans l'eau :

Vers $+9^o$	$-2^{Cal},514$
La fixation de $2H^2O$ liqu. sur $As^2O^7H^4$ dégage....	$+5^{Cal},28$
La fixation d'une molécule d'eau gazeuse dégage...	$+12^{Cal},300$

et l'on déduit du rapport $\frac{Q}{T} = 32$ (1) que cet hydrate doit avoir une tension de dissociation de 760^{mm} de mercure pour $t = 144^o$.

En fait, lorsqu'on le chauffe à l'étuve, on constate qu'il commence à se déshydrater vers 60°, mais la perte de poids est surtout rapide vers 140°.

Cette dessiccation est accompagnée d'une condensation moléculaire, et l'on obtient $As^2O^5 + 1,5H^2O$ ou $2As^2O^5 3H^2O$.

$2As^2O^5, 3H^2O$. — Sa chaleur de dissolution vers 10° est $+2^{Cal},306$ pour

$$As^2O^5, 1,5H^2O.$$

Si l'on calcule les chaleurs de formation des différents hydrates à partir de l'eau liquide et de l'anhydride arsénique solide, on trouve

	Cal
$As^2O^5 + 1,5H^2O$....................	$+3,694$
$As^2O^5 + 2H^2O$......................	$+3,234$
$As^2O^5 + 4H^2O$......................	$+8,514$

La chaleur dégagée par la fixation de $1,5\ H^2O$ serait supérieure à celle correspondant à $2H^2O$, ce qui peut s'expliquer par une différence de condensation moléculaire entre ces deux hydrates, le nombre $3^{Cal},694$ comprenant en réalité la chaleur d'hydratation et la chaleur de polymérisation; le composé $2As^2O^5, 3H^2O$ provenant vraisemblablement de l'union de deux molécules d'acide pyroarsénique avec perte d'une molécule d'eau.

En résumé, l'acide orthoarsénique ne paraît exister qu'en solution. Lorsque sa solution cristallise, elle abandonne l'hydrate d'acide pyroarsénique qui, en s'effleurissant vers 15° sur l'acide sulfurique, donne l'acide pyroarsénique. Celui-ci présente de très grandes analogies, au point de vue thermique, avec l'acide pyrophosphorique.

---

(1) De Forcrand, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 768.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxydation directe du phosphore.* Note de M. É. **Jungfleisch**, transmise par M. H. Le Chatelier.

En poursuivant l'étude de la phosphorescence du phosphore, j'ai pu établir quelques faits nouveaux, relatifs aux conditions de l'action directe de l'oxygène sur le phosphore et à la nature des produits de cette action.

Les produits immédiats de l'oxydation directe et spontanée du phosphore dans l'oxygène à faible pression ne sont pas les mêmes que ceux formés à une pression plus élevée. Dans l'oxygène pur, à la pression atmosphérique, l'oxydation, à froid, du phosphore pur et sec, donne exclusivement l'anhydride phosphorique; dans le même gaz, sous une faible pression, à 18^{mm} ou 20^{mm} par exemple, les produits immédiats de l'oxydation sont l'anhydride phosphoreux, P^2O^3, et un composé jaune vif. Je reviendrai sur ce dernier composé; je dirai seulement ici que, par dissolution dans la potasse alcoolique et précipitation au moyen de l'acide chlorhydrique, il fournit le sous-oxyde de phosphore P^4O. La seconde réaction constitue une combustion d'apparence spéciale, développant des températures peu élevées; on l'observe aisément dans l'expérience suivante :

Un flacon de 1^l, fermé par un bouchon portant un robinet de verre, est rempli d'oxygène *pur* et *sec*. Soulevant momentanément le bouchon, on laisse glisser dans le flacon un fragment de phosphore *pur, sec* et *froid*. Immédiatement après, on raréfie très rapidement le gaz du flacon, et, dès que la pression a atteint 18^{mm} ou 20^{mm}, on ferme le robinet. Si la surface du phosphore est restée, en quelques points, libre de P^2O^5, le phosphore devient très lumineux et entre, par places, en fusion; bientôt il s'allume et donne une grande flamme pâle, glauque, qui disparaît après quelques instants, l'oxygène étant absorbé. Après refroidissement, le reste du phosphore se trouve en contact avec de l'anhydride phosphorique; il est entouré, à quelque distance, par le composé jaune; un peu plus loin, s'étend une auréole blanche, formée d'anhydride phosphoreux qui, plus volatil, s'est condensé à distance. Lorsque, par le robinet, on fait pénétrer une *très faible* quantité d'air dans le flacon, la vapeur de P^2O^3, qui remplit celui-ci à une tension notable, s'allume spontanément, au contact de l'oxygène, en donnant la lumière particulière à la phosphorescence. La rentrée d'air étant plus importante, l'oxygène atteint l'auréole; à son contact, P^2O^3 s'allume spontanément et brûle avec énergie, déterminant ensuite la combustion du phosphore.

Si, au lieu d'introduire de l'air dans le flacon, on y fait pénétrer de l'eau, en évitant toute rentrée d'air, chaque goutte d'eau introduite apparaît lumineuse dans l'obscurité, l'oxygène dissous s'échappant et brûlant la vapeur de P^2O^3. Après contact prolongé de l'eau avec le contenu du flacon, on a une solution d'acides phosphoriques et d'acide phosphoreux, tenant du composé jaune en suspension. Malgré la combustion

d'une partie de l'anhydride phosphoreux, au commencement de l'expérience, la proportion du phosphore phosphoreux est toujours grande; elle atteignait 57,9 pour 100 du phosphore total, dans une expérience portant sur les produits réunis de plusieurs flacons.

La combustion du phosphore dans l'oxygène à très basse pression peut être réalisée d'une manière continue.

A une extrémité d'un long tube à combustion, rempli d'azote pur et sec, on place une nacelle de porcelaine, garnie de phosphore *pur* et *sec;* par l'autre extémité, on fait le vide au moyen de deux trompes couplées, très actives. La pression étant tombée à 20^{mm}, on laisse entrer dans le tube, du côté du phosphore, de l'air privé de CO^2 et de H^2O, en réglant l'entrée du gaz de façon à ne pas relever notablement la pression dans le tube.

Aussitôt que l'air, extrêmement détendu, arrive froid au contact du phosphore froid, celui-ci s'allume spontanément et brûle en produisant la flamme glauque, caractéristique; la combustion se continue dès lors régulièrement; la flamme, presque immobile, occupe la section du tube où le gaz comburant atteint le phosphore. L'azote s'échappe, entraînant avec rapidité les produits formés. Autour de la nacelle s'accumule une substance rouge et de l'anhydride phosphorique; du composé jaune se dépose plus loin, mélangé d'un peu de phosphore, et de l'anhydride phosphoreux plus loin encore. Dans ces conditions, les vapeurs d'anhydride phosphoreux se condensent brusquement en une neige volumineuse qui, entraînée par l'azote, traverse les tubes et les flacons que l'on interpose; la matière neigeuse s'échappe jusqu'aux trompes, dont elle rend lumineuse l'eau chargée d'oxygène. En disposant autour du tube, un peu au delà de la nacelle, une petite étuve à air, formée d'une feuille de clinquant replié, et en la chauffant à 130°-150°, P^2O^3 se vaporise; il se condense ensuite, à l'état cristallisé, pendant le refroidissement de la masse gazeuse. On le recueille alors aisément en dirigeant les gaz dans un tube en U, à branches très rapprochées, dont on immerge la boucle dans un ballon garni d'air liquide; à l'orifice du ballon, où la température est moins basse, P^2O^3 se dépose en cristaux très nets, très réfringents; dans l'air liquide, sa cristallisation est plus confuse. Le produit condensé contient jusqu'à 95 de phosphore phosphoreux pour 100 de phosphore total; il est souillé d'un peu de phosphore entraîné et d'un peu d'anhydride phosphorique.

Que l'on opère avec de l'air, avec de l'oxygène pur ou avec de l'oxygène mélangé d'un gaz inerte, toutes les fois que l'oxygène agit à faible pression sur le phosphore, on arrive à des résultats semblables. En présence de l'eau, on récolte les produits de l'action de ce composé sur les substances formées dans le gaz sec. Ces faits ont été établis par des expériences variées qui seront exposées ailleurs.

Cette oxydation particulière du phosphore dans l'oxygène raréfié peut avoir, en des circonstances fréquemment réalisées dans les laboratoires, des

conséquences dignes d'intérêt. Elle peut rendre le phosphore spontanément inflammable dans l'air, à froid.

Par exemple, si, dans un tube fermé à ses extrémités par des bouchons de caoutchouc que traverse un robinet de verre, on dispose, suivant la longueur, des bâtons de phosphore à *surface pure et sèche*, dans une atmosphère de CO^2 pur et sec, puis qu'on abandonne ce tube dans l'air, on voit, après quelque temps, près des bouchons, le phosphore se ternir à la surface, alors que le phosphore plus éloigné des extrémités reste brillant : par diffusion à travers la masse du bouchon, l'oxygène de l'air a pénétré lentement jusqu'au phosphore, le recouvrant de P^2O^3 et de composé jaune. A partir de ce moment, les bâtons de phosphore des extrémités s'enflamment dès qu'on les met au contact de l'air, allumés qu'ils sont par P^2O^3 spontanément inflammable. Le phosphore que l'oxygène n'a pas atteint est resté brillant ; il ne s'allume pas à l'air.

La même transformation en phosphore spontanément inflammable s'effectue plus rapidement quand l'appareil est fermé par un tube de caoutchouc épais, à travers les parois duquel la diffusion de l'oxygène est moins lente.

J'ai d'ailleurs constaté que le phosphore devient spontanément inflammable dans de très nombreuses conditions, lorsque de l'anhydride phosphoreux se forme à sa surface, même en quantité très faible.

Les particularités que je viens de signaler dans l'oxydation directe du phosphore permettent d'interpréter les phénomènes de la phosphorescence et de fixer la nature de l'émanation du phosphore exposé à l'air.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés et la constitution des aciers au tantale.* Note de M. LÉON GUILLET, présentée par M. H. Le Chatelier.

On a beaucoup parlé des aciers au tantale en en vantant les qualités; différents brevets pris, notamment en Allemagne et en France, donnent à entendre que l'addition de tantale améliore considérablement les propriétés des aciers.

Nous avons pensé qu'il était intéressant de faire quelques essais en vue de préciser ces qualités. A cet effet les aciéries d'Imphy ont préparé, sur notre demande, les quatre aciers suivants :

Carbone.	Tantale.	Manganèse.	Silicium.	Soufre.	Phosphore.
0,120	0,09	0,19	0,12	traces	traces
0,170	0,15	0,15	0,19	»	»
0,180	0,60	0,22	0,24	»	»
0,160	1,05	0,23	0,16	»	»

On remarquera que les teneurs en carbone, manganèse et silicium sont très voisines et que la seule variation importante dans la composition a trait au pourcentage de tantale qui varie de 0,09 à 1,05 pour 100.

Ces aciers n'ont donné lieu à aucune difficulté particulière dans leur fusion ni dans leur traitement mécanique.

La matière première utilisée était un ferro-tantale préparé au four électrique.

A. Aciers normaux. — *Micrographie.* — Les aciers normaux sont tous perlitiques et ne présentent aucune particularité; cependant la ferrite de ces aciers laisse voir quelques taches légèrement brunes, sous l'action de l'acide picrique. La quantité de perlite est bien en rapport avec la quantité de carbone; mais elle est d'autant mieux répartie que la teneur en tantale est plus forte.

Propriétés mécaniques. — Le Tableau suivant résume les propriétés mécaniques des aciers au tantale examinés :

Composition.		Essai à la traction.				Essai au choc.	Essai à la bille.
C.	Ta.	R.	E.	A °/₀.	Σ.		
0,120	0,09	41,5	29,8	33	67,4	25	107
0,170	0,15	42,6	30,4	31	68,8	28	107
0,180	0,60	45,3	31,1	28	67,4	26	112
0,160	1,05	47,8	31,5	28	62,3	20	116

Ces résultats montrent que le tantale produit une légère augmentation de la charge de rupture et de la limite élastique, une faible diminution dans les allongements.

La résistance au choc est élevée.

Il est incontestable que l'effet obtenu avec une addition de 1 pour 100 de tantale peut être produit avec un grand nombre d'autres corps, notamment le nickel.

Points de transformation. — Les points compris entre 600 et 675 sont extrêmement peu visibles; on voit un très léger pointement dans la courbe. Au contraire, les points compris entre 770 et 790 à l'échauffement et 730 à 750 au refroidissement sont d'une netteté remarquable; ils sont caractérisés par un très beau palier.

La dernière transformation, voisine de 900°, est plutôt une transformation lente.

B. Aciers trempés. — *Micrographie.* — Les aciers trempés présentent la même structure que les aciers ordinaires à même teneur en carbone, les conditions du traitement restant constantes.

Propriétés mécaniques. — Le Tableau suivant résume les propriétés mécaniques des aciers trempés à 875° dans l'eau à + 20°.

Composition.		Essai à la traction.				Essai au choc.	Essai à la bille.
C.	Ta.	R.	E.	A pour 100.	Σ.		
0,120	0,09	65	46,2	14,5	71	30	159
0,170	0,15	62,1	45,7	15	73	28	153
0,180	0,60	65,8	46,6	13	74,9	31	155
0,160	1,05	70	49,1	10	55,8	28	169

L'influence de la présence de très faibles quantités de tantale se fait sentir un peu plus dans les aciers trempés que dans les aciers recuits.

Mais on notera que cette influence est sensiblement indépendante de la teneur en tantale, ou du moins croît très peu lorsque le pourcentage en cet élément augmente; mais les allongements diminuent considérablement, tandis que les strictions augmentent, au moins pour les faibles teneurs.

La résistance au choc est nettement plus élevée après trempe qu'avant ce traitement dans les trois premiers aciers, alors que les allongements ont singulièrement diminué.

En résumé, on voit que les aciers au tantale, du moins lorsqu'ils sont peu carburés, ne présentent aucune propriété qui mérite d'attirer l'attention, au contraire de ce que l'on a dit jusqu'ici.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la menthone.* Note de M. **Eyvind Bœdtker**, présentée par M. A. Haller.

MM. A. Haller et Bauer (1) ont vainement essayé de faire réagir les composés organomagnésiens sur les alcoylcamphres en vue d'obtenir des dérivés de la forme $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\,R^I\\ |\\ C\left\langle\begin{array}{l}OH\\ R^{II}\end{array}\right.\end{array}\right.$; ils ont attribué l'inaptitude réactionnelle du benzylcamphre, par exemple, vis-à-vis des organomagnésiens a un empêchement stérique.

Cet insuccès les ayant conduits à essayer le même réactif sur les alcoylidènecamphres, ils ont obtenu, au lieu des alcools tertiaires $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C=C-R^I\\ |\\ C\left\langle\begin{array}{l}OH\\ R^{II}\end{array}\right.\end{array}\right.$ cherchés, des composés de la forme $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH-CH\left\langle\begin{array}{l}R^I\\ R^{II}\end{array}\right.\\ CO\end{array}\right.$, composés dans lesquels le radical hydrocarboné s'est fixé sur le groupe $=$ CH du complexe aldéhydique.

Dans nos recherches nous avons voulu nous assurer de la façon dont se comportent les organomagnésiens vis-à-vis de l'éthylmentone d'abord et de la benzylidènementhone ensuite.

Les organomagnésiens ne réagissent pas plus sur l'éthylmenthone qu'ils n'ont réagi sur le benzylcamphre de MM. A. Haller et Bauer. Ici encore il

(1) A. Haller et Bauer, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 677 et 971.

y a empêchement stérique de la part de l'alcoylmenthone. Nous nous sommes donc adressé à la benzylidènementhone. Nous avons préparé ce composé suivant la méthode de M. Wallach (¹) avec les modifications apportées par M. Martine (²). Seulement, au lieu de séparer les deux formes de la benzylidènementhone, observées par ce dernier auteur, nous avons préféré distiller l'huile obtenue par la décomposition de l'hydrochlorobenzylidènementhone par la potasse, dans le vide. Alors tout distille à 189° sous 12mm et le liquide jaune ainsi obtenu ne tarde pas à se prendre en cristaux.

Une dissolution éthérée de 24g,3 de benzylidènementhone est additionnée à une dissolution d'éthylbromure de magnésium dans l'éther, préparée par 4g,8 de magnésium et 21g,8 de bromure d'éthyle, soit le double des quantités calculées. Une très vive réaction a lieu, de sorte qu'il faut refroidir par la glace. Puis on verse dans l'eau glacée, on ajoute de l'acide sulfurique et l'on épuise par l'éther. L'éther distillé, il reste une huile qui, abandonnée dans une cloche à vide, à une température au-dessous de zéro, se prend en une masse qu'on purifie par cristallisation dans l'alcool. On obtient des feuilles blanches, fondant à 102°,5-103°,5 et répondant à la formule $C^{19}H^{28}O$.

En admettant l'analogie avec les dérivés correspondants du camphre, ce composé est un *menthoéthylphénylméthane* $C^8H^{16}\langle {CH - CH\langle {C^6H^5 \atop C^6H^5}} \atop {CO} \rangle$. Son pouvoir rotatoire en dissolution benzénique est $[\alpha]_D = -79°34'$. L'eau mère de ce corps abandonne de fines aiguilles qui, recristallisées, fondent à 83°-84°. Sa quantité ne suffisait pas pour une analyse. Si maintenant, en répétant l'expérience, on ajoute, avant de verser dans l'eau, 1mol de chlorure de benzoyle (³) sur le mélange de l'éthylbromure de magnésium et de la benzylidènementhone, il y a de nouveau une vive réaction (⁴). Le produit obtenu est traité à la manière ordinaire, de sorte qu'on obtient un liquide éthéré qu'on distille. Il reste un corps visqueux qui est saponifié par la potasse alcoolique. Puis l'alcool est chassé et ce qui reste est versé dans l'eau et épuisé par l'éther. On évapore l'éther et le résidu est mis à cristalliser dans l'alcool bouillant. On obtient du premier coup des cristaux, qui fondent à 102°,5-103°,5, identiques par conséquent au corps que nous venons de décrire. L'eau mère abandonne encore un corps qui fond à 89°-91°. L'analyse montre qu'il s'agit d'un stéréo-isomère $C^8H^{16}\langle {CH - CH\langle {C^6H^5 \atop C^6H^5}} \atop {CO} \rangle$, bien qu'il ne soit pas absolument pur.

(¹) *Annalen der Chemie*, t. CCCV, p. 261.

(²) CAMILLE MARTINE, *Contribution à l'étude des menthones* (*Thèse*, Paris, 1904, p. 24).

(³) Voir KOHLER, *American chemical Journal*, t. XXXVII, p. 369.

(⁴) Dans un travail encore inédit, MM. A. Haller et Bauer ont fait la même réaction avec divers alcoylidènecamphres et ont obtenu une série de stéréo-isomères.

La réaction qui a eu lieu est probablement la suivante :

$$\text{(I)}\quad 2C^8H^{16}\left\langle\begin{array}{l}C = CHC^6H^5\\ \vert\\ C\left\langle\begin{array}{l}C^2H^5\\ OMgBr\end{array}\right.\end{array}\right. + 2C^6H^5COCl = 2C^8H^{16}\left\langle\begin{array}{l}C = CH - C^6H^5\\ \vert\\ C\left\langle\begin{array}{l}C^2H^5\\ OOCC^6H^5\end{array}\right.\end{array}\right. + MgCl^2 + MgBr^2,$$

$$\text{(II)}\quad C^8H^{16}\left\langle\begin{array}{l}C = CHC^6H^5\\ \vert\\ C\left\langle\begin{array}{l}C^2H^5\\ OOCC^6H^5\end{array}\right.\end{array}\right. + H^2O = C^8H^{16}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH\left\langle\begin{array}{l}C^6H^5\\ C^2H^5\end{array}\right.\\ \vert\\ CO\end{array}\right. + C^6H^5COOH.$$

En remplaçant le bromure d'éthyle par le bromure de phényle, nous avons obtenu directement un corps, cristallisant dans l'alcool bouillant sous la forme de fines aiguilles fondant à 139°-140°. L'analyse mène à la formule $C^{23}H^{28}O$. C'est donc un *menthodiphénylméthane*

$$C^8H^{16}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH\left\langle\begin{array}{l}C^6H^5\\ C^6H^5.\end{array}\right.\\ \vert\\ CO\end{array}\right.$$

En dissolution benzénique, ce corps dévie faiblement à droite.

En ajoutant au mélange de benzylidènementhone et de phénylbromure de magnésium du chlorure de benzoyle, et opérant comme il est dit plus haut, on obtient des stéréo-isomères. Nous avons réussi à en isoler deux par cristallisation fractionnée dans l'alcool. L'un fond à 160°,5-161°,5. Son pouvoir rotatoire dans le benzène est $[\alpha]_D = -158°30'$. L'autre, le produit principal, fond à 136°-137°. Sa dissolution benzénique est inactive.

Si le corps obtenu directement, point de fusion 139°-140°, est mélangé avec son isomère de point de fusion 136°-137°, ce mélange fond à 130°.

L'action de la potasse alcoolique, sur le corps fondant à 139°-140°, le transforme dans son isomère de point de fusion 136°-137°, qui est d'un aspect absolument différent.

Nous avons, en outre, préparé les menthométhyle-, normalpropyle-, isobutyle- et isoamyle-phénylméthane. Mais, jusqu'à présent, nous n'avons pu les obtenir qu'à l'état de sirops et l'analyse montre qu'ils ne sont pas encore purs.

Ces recherches seront poursuivies.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux nouveaux glucosides, la linarine et la pectolinarine.* Note de M. T. **Klobb**, présentée par M. A. Haller.

1. Il existe dans les fleurs et les feuilles de *Linaria vulgaris* (Scrofularinées) deux glucosides dont la véritable nature avait été méconnue jusqu'ici. La

première de ces substances, aperçue d'abord par MM. Schlagdenhauffen et Reeb, avait reçu le nom d'*acide linarique* à cause de la propriété qu'elle possède de se dissoudre dans les alcalis [1].

Dans un travail publié en collaboration avec M. Fandre, nous avons constaté depuis que ce corps ne se dissout ni dans l'ammoniaque ni dans les carbonates alcalins, et n'est par conséquent pas un acide; nous lui avons alors donné le nom *linarine;* nous avons observé en outre que, sous l'influence des agents oxydants, il se change en un corps volatil en $C^9H^{10}O^2$ sur la nature duquel je reviendrai prochainement [2]. En réalité, on se trouve en présence d'un glucoside très stable qui n'est pas hydrolysé par les acides faibles à la température du bain-marie mais se scinde seulement par HCl à 10 pour 100 à 100°-110°, ou par HCl concentré et froid.

La *pectolinarine* avait été signalée par M. Schlagdenhauffen comme une substance gélatineuse rappelant les composés pectiques; ce second corps est également un glucoside mais qui se dédouble facilement par les acides faibles.

Ces deux glucosides présentent entre eux des rapports étroits. La pectolinarine diffère de la linarine par de l'eau de constitution en plus. Soumis à l'hydrolyse ils se donnent tous deux un sucre réducteur non encore étudié et un mélange de deux corps cristallisés, le *phénol linarique* et le *phénol anhydrolinarique,* qui diffèrent également entre eux par 1^{mol} d'eau. Sous l'influence des alcalis la pectolinarine se change en une modification β qui à l'hydrolyse donne exclusivement du phénol linarique; et la linarine dans les mêmes conditions se transforme en linarine β qui à l'hydrolyse fournit uniquement du phénol anhydrolinarique.

2. J'ai déjà décrit la préparation de la *linarine* (*loc. cit.*). Fines aiguilles presque insolubles dans les dissolvants, sauf dans l'acide acétique HCl et AzO^3H concentrés. Ce glucoside jouit du pouvoir rotatoire gauche. A la température de 16°, dissous dans HCl pur puis additionné de 2^{vol} d'eau (concentration 1,2 pour 100) la rotation correspond à $\alpha = -61°,8$. Lorsqu'on le soumet à l'hydrolyse dans les conditions indiquées plus haut, on voit au microscope qu'il se forme des cristaux de deux sortes : de fines et longues aiguilles (le phénol anhydrolinarique) et de gros cristaux jaune citron (le phénol linarique) que je n'ai pas encore réussi à séparer par des dissolvants.

La *pectolinarine* se retire par l'alcool à 50° du mélange des deux glucosides

(1) Schlagdenhauffen et Reeb, *Journ. de pharm. d'Alsace-Lorraine,* 1901 et 1902.
(2) Klobb et Fandre, *Bull. Soc. chim. de Paris,* t. XXXV, 1906, p. 1210.

que fournit l'extraction de la plante par l'alcool à 95° à l'état de pureté; c'est un corps amorphe jaune paille fondant à 188°-190°, bloc Maq. (p. f. instantané). Presque insoluble dans l'eau froide, il se dissout dans l'eau et dans l'alcool bouillant et se dépose de nouveau en globules arrondis jaunâtres; les solutions saturées gélatinisent par refroidissement. Comme la linarine, elle est très soluble dans HCl concentré et dans KOH. Bouillie longtemps avec de l'eau *elle se transforme en linarine cristallisée* insoluble, en perdant de l'eau de constitution.

3. *Phénol linarique* $C^{19}H^{14}O^7$. — Pour l'obtenir à l'état de pureté, il faut d'abord transformer la pectolinarine dans sa modification β. Pour cela, on en dissout 1^g dans 15^{cm^3} KOH normale, on abandonne 24 heures, on étend de 200^g d'eau, on neutralise exactement, on ajoute encore 20^{cm^3} HCl, puis on chauffe à 85°-90°. Après 2 heures, on sépare le phénol, on le purifie par l'acétone, puis par l'acide acétique cristallisable; ces derniers cristaux, chauffés à 100°-110°, perdent leur acide acétique et laissent le corps pur. Beaux cristaux jaune citron fondant à 245°, qui ont la propriété caractéristique de se dissoudre dans la soude en donnant ensuite au contact de l'air un précipité floconneux vert foncé. L'anhydride acétique donne un dérivé acétylé dont l'analyse correspond à

$$C^{19}H^{10}O^7(C^2H^3O)^4 \quad \text{ou} \quad C^{19}H^{11}O^7(C^2H^3O)^3.$$

Phénol anhydrolinarique $C^{19}H^{12}O^6$. — Pour le préparer, on transforme d'abord la linarine en sa modification β, en opérant absolument comme pour la pectolinarine; seulement l'hydrolyse se fait à 100°, à reflux. Après 2 à 3 heures, on reprend par l'acétone le phénol formé, puis on le purifie par l'alcool ou l'acide acétique cristallisable. Fines aiguilles jaune paille fondant à 267°-268°. Sous l'influence de la soude, il y a dissolution en une liqueur jaune d'or sans trace de flocons verts (diff. avec le phénol linarique). L'anhydride acétique donne un dérivé acétylé $C^{19}H^9O^6(C^2H^3O)^3$.

4. Il serait prématuré de présenter ici des considérations théoriques. Par l'analyse et la cryoscopie dans le phénol, j'étais arrivé avec M. Fandre, pour la linarine, à l'une des deux formules $C^{14}H^{14}O^7$ ou $C^{14}H^{16}O^7$; de nouvelles analyses plaident plutôt en faveur de la première. D'ailleurs, ces formules doivent être modifiées pour exprimer les résultats que fournit l'hydrolyse. Or, si l'on prend le multiple $C^{50}H^{50}O^{25}$ de la première et si l'on admet que le sucre formé est une hexose, on pourra représenter provi-

soirement l'hydrolyse de la linarine α par l'équation

$$C^{50}H^{57}O^{25} = \underbrace{C^{19}H^{14}O^{7}}_{\text{Phénol linarique.}} + \underbrace{C^{19}H^{12}O^{6}}_{\text{Phénol anhydrolinarique.}} + 2(C^{6}H^{12}O^{6}).$$

Je me réserve de continuer l'étude de ces glucosides et de leurs produits de dédoublement.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'obtention des températures élevées dans les recherches de laboratoire.* Note de M. **Léon Guillet**, transmise par M. H. Le Chatelier. (Extrait.)

M. Chabrié a présenté, dans la séance du 16 juillet dernier, une Note dans laquelle il signale l'emploi de l'aluminothermie comme moyen de chauffage des creusets dans les laboratoires. J'ai employé exactement cette méthode en 1901 et 1902, dans mes recherches sur les alliages d'aluminium, et je l'ai décrite en détail dans mon traité : *Étude théorique des alliages métalliques* [1].

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Mode de répartition du glycogène musculaire chez les sujets alimentés et inanitiés. Influence des saisons sur la richesse des muscles en glycogène.* Note de M. **F. Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

Nos expériences ont porté sur le chien : les animaux étaient sacrifiés par effusion de sang et les muscles prélevés immédiatement après la mort. Les dosages de glycogène ont été effectués, au moyen de la méthode Frænkel-Garnier, sur 20g de tissu.

1° *Teneur en glycogène des muscles de même nom droits et gauches. Influence de l'inanition.* — De très grandes inégalités existent, dans la richesse en glycogène, entre les divers muscles d'un même animal. Aldehoff, sur le cheval, a trouvé des chiffres pouvant varier de 6,8 à 13,4 pour 1000. Sur le chien, Cramer donne de 0,77 à 5,3 pour 1000. Nous avons recherché si de pareilles différences peuvent s'observer entre des muscles de même

(1) *Étude théorique des alliages métalliques*, p. 30. Dunod et Pinat, éditeurs, 1904.

nom, droits et gauches, et si ces différences sont influencées par l'inanition.

Nos recherches ont porté surtout sur les muscles de la cuisse et en particulier sur le biceps fémoral. Les organes, prélevés en entier, étaient nettoyés, pesés et hachés très finement, en ayant soin de brasser la pulpe afin d'obtenir un mélange bien homogène. Le glycogène était dosé dans 20ᵍ de cette pulpe.

Les expériences, qui ont porté sur des chiens alimentés et inanitiés, nous ont montré qu'*il peut exister des différences très grandes dans la teneur en glycogène des muscles homologues, tantôt à l'avantage du muscle droit, tantôt du muscle gauche. Ces différences sont surtout marquées chez les sujets alimentés, elles s'atténuent sous l'influence de l'inanition.*

Dans le Tableau suivant, nous indiquons pour chaque groupe d'expériences l'écart maximum observé entre les quantités de glycogène et l'écart moyen. Le pourcentage est rapporté au chiffre fort de glycogène.

	Écart moyen pour 100.	Écart maximum pour 100.
Chiens alimentés	21	36
Chiens à jeun de 4 à 5 jours	13	21
Chiens à jeun de 8 à 14 jours	12	21

Nous voyons, d'après ces résultats, que l'écart maximum et l'écart moyen diminuent sous l'influence de l'inanition.

2° *Répartition du glycogène dans les différentes parties d'un même muscle.* — Nos expériences ont porté en grande partie sur le biceps fémoral du chien.

Nous avons comparé tout d'abord, au point de vue de la richesse en glycogène, les *parties moyennes du muscle* avec les *extrémités*. Nous avons trouvé des différences allant quelquefois du simple au double, à l'avantage des parties moyennes, qui sont toujours les plus riches.

En excluant les extrémités, nous avons recherché si la portion moyenne ne présente pas elle-même d'inégalités dans la répartition de son glycogène; pour cela, nous avons comparé successivement les moitiés symétriques par rapport à l'axe longitudinal de l'organe, et celles symétriques par rapport à l'axe transversal. Dans les deux cas, nous avons vu la répartition être très irrégulière.

Pour les *moitiés symétriques par rapport à l'axe transversal,* nous avons

étudié l'influence de l'inanition. Nous résumons nos résultats dans le Tableau suivant :

	Égalité entre les quantités de glycogène des deux moitiés.	Écart moyen entre les quantités de glycogène.	Écart maximum.
Chiens alimentés	Dans 24 p. 100 des cas	16 p. 100	31 p. 100
Chiens à jeun de 3 à 7 jours	Dans 37 p. 100 des cas	13 p. 100	»
Chiens à jeun de 10 à 23 jours	Dans 50 p. 100 des cas	9 p. 100	»

Il résulte de ce qui précède que *la répartition du glycogène dans les différentes portions d'un même muscle est très irrégulière, au point qu'il est impossible de trouver deux fragments voisins ayant, d'une façon certaine, la même teneur en glycogène.*

Sous l'influence de l'inanition, la répartition tend à s'uniformiser.

3° *Influence des saisons sur la teneur des muscles en glycogène.* — Ayant eu l'occasion de doser le glycogène musculaire, sur un grand nombre de chiens, nous avons été frappé des différences qui existaient entre les chiffres obtenus aux différentes époques de l'année.

Les dosages ont tous p rté sur le même muscle du chien, le biceps fémoral droit. Les animaux, avant de servir aux expériences, étaient conservés quelques jours au chenil et soumis à un régime uniforme, composé de soupe et viande cuite.

Les expériences ont porté sur trois années consécutives : 1904, 1905, 1906.

Il existe, à la même époque de l'année, des différences individuelles assez grandes dans la teneur en glycogène du même muscle. Malgré cela, si l'on fait la moyenne de tous les dosages du même mois et que l'on établisse la courbe de variation du glycogène aux différentes époques de l'année, on voit que cette courbe est assez régulière, comme en témoignent les chiffres suivants :

		Nombre de dosages.	Moyennes d'une année.	Moyenne générale.
Janvier	1907....	1	5,75 pour 1000	5,75 pour 1000
Février	1904....	3	7,32	7,18
	1905....	2	7,32	
	1906....	4	7,01	
Mars	1904....	2	8,22	8,17
	1905....	3	8,85	
	1906....	3	7,46	

		Nombre de dosages.	Moyennes d'une année.	Moyenne générale.
Avril	1905....	5	6,09 pour 1000	6,03 pour 1000
	1906....	2	5,87	
Mai	1905....	3	6,58	6,58
Juin	1904....	2	4,06	4,46
	1905....	3	4,76	
Juillet	1905....	5	3,80	3,80
Août	»	»	»	»
Septembre	1905....	3	4,25	4,25
Octobre	1905....	3	5,25	5,25
Novembre	»	»	»	»
Décembre	1905....	5	4,37	4,37

Il résulte de l'examen de ces moyennes que *le taux du glycogène musculaire est très variable suivant les époques de l'année, il passe par un maximum, vers les mois de février, mars, à la limite de l'hiver et du printemps, et par un minimum, en été, au moment des fortes chaleurs, vers le mois de juillet.*

La différence entre le maximum et le minimum est plus du simple au double, le taux du glycogène musculaire pour le biceps fémoral du chien étant de 3,80 pour 1000 au mois de juillet et de 8,17 pour 1000 au mois de mars.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Toxicité relative des sels de chrome, d'aluminium et de magnésium ; comparaison avec les propriétés analogues des terres rares* Note de M. **Alexandre Hébert**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans une Note précédente (¹) j'ai étudié la toxicité des sels de terres rares : thorium, cérium, lanthane, zirconium, vis-à-vis de quelques animaux, végétaux et ferments figurés.

Ces terres rares appartenant au point de vue analytique au groupe de l'aluminium ou du chrome et, d'autre part, l'insolubilité de leurs oxalates et un grand nombre de leurs propriétés chimiques les rapprochant beau-

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLIII, p. 690. — *Journal de Physiologie et de Pathologie générale,* t. IX, p. 217. — *Bulletin de la Société chimique,* 3e série, t. XXXV, p. 1299.

coup des métaux alcalino-terreux, nous avons examiné, dans les mêmes conditions, la toxicité des sels de chrome, d'aluminium et de magnésium en opérant sur les sulfates $Cr^2(SO^4)^3$, 18 aq.; $Al^2(SO^4)^3$, 18 aq. et SO^4Mg, 7 aq.

Le sulfate de magnésium donne des solutions parfaitement neutres; celles de sulfate de chrome sont légèrement acides et celles de sulfate d'aluminium présentent, par suite de la dissociation du sel en solution, une acidité très forte et qui, traduite en acide sulfurique, atteignait dans nos expériences le tiers environ de la quantité du sel dissous.

Il convenait donc de comparer nos expériences sur les sels, avec des solutions d'acide sulfurique libre en proportions correspondantes à l'acidité des différentes solutions de sulfate d'aluminium mises en œuvre.

I. Les sulfates de chrome, d'aluminium ou de magnésium, administrés à des cobayes et à des grenouilles, en injections sous-cutanées, ne donnent lieu à aucun phénomène apparent, même en arrivant aux doses de 80^{mg} et de 160^{mg} par kilogramme d'animal. Les expériences sur les poissons, effectuées sur des vérons, ont été faites en mettant ces animaux dans les solutions à essayer et en disposant comparativement des témoins, l'un dans l'eau distillée, l'autre dans des solutions sulfuriques d'acidité correspondante à celle des solutions de sulfate d'aluminium employées. Tandis que les vérons résistent parfaitement plus de 24 heures dans l'eau distillée, dans les solutions de sulfate d'aluminium au-dessous de 1 pour 1000 et dans celles au sulfate de magnésium jusqu'à 10 pour 1000, ils succombent en quelques heures dans les autres solutions. Mais les résultats obtenus avec les solutions sulfuriques sont identiques à ceux trouvés avec celles de sulfate d'aluminium de même acidité; l'effet des solutions de ce dernier sel semble, par suite, dû à leur acidité et non à une action spécifique du métal.

Pour les plantes, les graines, germées au préalable dans l'eau distillée, étaient transplantées dans des solutions à teneurs croissantes des sels mis à l'étude, en conservant dans tous les cas des témoins en culture dans l'eau pure. Le sulfate de magnésium reste sans action; les cultures dans les sulfates de chrome, d'aluminium et dans les solutions sulfuriques d'acidité correspondante à ce dernier, prospèrent bien ou assez bien jusqu'à la teneur de 1 pour 1000; elles périssent rapidement pour les teneurs de 5 pour 1000 et au delà. La nocivité des solutions de sulfate d'aluminium paraît être due à leur acidité.

II. Au point de vue des organismes inférieurs et des ferments, nous avons essayé méthodiquement, et de la même façon que dans notre travail précédemment rappelé, l'action des sels de chrome, d'aluminium et de magnésium sur l'*Aspergillus niger*, la levure de bière, la diastase et l'émulsine. Ces diverses séries d'expériences ont donné, entre autres, les résultats suivants :

Quantité de sel ajouté par litre.		*Aspergillus.* — Poids sec recueilli.	Levure. — Glucose fermenté, pour 100.	Diastase. — Amidon saccharifié, pour 100.	Émulsine. — Acide cyanhydrique.
Témoin		g 0,400	95,7	58,3	odeur forte
Sulfate de chrome	g 0,25	0,410	86,5	41,6	odeur forte
	0,50	0,390	92,7	27,2	id.
	1	0,400	92,7	22,7	id.
	2	0,400	21,7	25,0	odeur faible
	5	0,430	30,9	4,1	traces
	10	0,410	30,9	0,0	odeur nulle
Sulfate d'aluminium	0,25	0,390	98,8	21,7	odeur forte
	0,50	0,390	95,7	4,3	odeur faible
	1	0,420	98,8	0,0	id.
	2	0,440	98,8	0,0	odeur nulle
	5	0,410	98,8	0,0	id.
	10	0,090	77,2	0,0	id.
Sulfate de magnésium	0,25	0,370	83,3	68,0	odeur forte
	0,50	0,370	88,6	70,8	id.
	1	0,440	92,7	73,8	id.
	2	0,340	95,7	70,8	id.
	5	0,380	98,8	66,6	id.
	10	0,400	88,6	62,5	id.
Acide sulfurique en quantité correspondante comme acidité à celle du sulfate d'aluminium à	0,25	0,420	»	0,0	odeur nulle
	0,50	0,400	84,6	0,0	id.
	1	0,400	94,0	0,0	id.
	2	0,410	100,0	0,0	id.
	5	0,410	77,5	0,0	id.
	10	0,410	35,2	0,0	id.

On voit que, pour l'*Aspergillus*, la présence du sulfate de chrome, d'aluminium ou de magnésium exerce peu d'influence sur la récolte. L'action des mêmes sels sur la levure est peu manifeste pour le sulfate de magnésium et est nettement défavorable pour les teneurs en sulfate de chrome au delà de 1 pour 1000; elle paraît, au contraire, favorisée par la présence de sulfate d'aluminium, peut-être par l'acidité provoquée par la dissociation de ce sel.

L'action des ferments solubles n'est aucunement entravée par la présence du sulfate de magnésium; elle est nettement gênée par le sulfate de chrome et surtout par le sulfate d'aluminium, même aux doses très faibles; mais

cette dernière action est due à l'acidité des solutions de sulfate d'aluminium, le même effet étant produit, en effet, par des solutions sulfuriques d'acidité correspondante.

Si l'on se reporte aux résultats indiqués dans notre Mémoire précédent sur la toxicité des terres rares et si on les compare à ceux que nous venons de constater, on peut classer tous ces métaux dans l'ordre suivant, par toxicité décroissante au point de vue général des organismes étudiés :

Zirconium, thorium, chrome, aluminium, cérium, lanthane, magnésium.

Il n'y a aucune relation entre la toxicité ou le pouvoir antiseptique de ces métaux, d'une part, et leur poids atomique, leur valence ou leur ordre de classification chimique, d'autre part. Les quatre premiers métaux, zirconium, thorium, aluminium et chrome, sont nettement toxiques pour les animaux ou organismes inférieurs, soit par eux-mêmes, soit par l'acidité de leurs solutions, tandis que les trois derniers : cérium, lanthane, magnésium, jouissent d'une innocuité plus ou moins complète.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des acides sur l'action de la laccase.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. E. Roux.

Les expériences que j'ai publiées en 1897 sur le rôle du manganèse dans les phénomènes d'oxydation provoqués par la laccase conduisent à envisager celle-ci comme une sorte de sel se dédoublant, par l'action de l'eau, en un corps organique, comparable à un acide faible, et en protoxyde de manganèse

$$R''Mn + H^2O = R''H^2 + MnO.$$

Cette conception laisse prévoir que la plupart des acides doivent intervenir d'une manière défavorable sur le processus oxydant de la laccase. Il est clair, en effet, qu'un corps électro-négatif d'énergie supérieure au complexe $R''H^2$ doit déplacer celui-ci et donner, en s'emparant du manganèse, un système moins facilement hydrolysable, moins apte, par conséquent, à entrer en jeu dans la série catalytique de réactions dont mes expériences ont établi la probabilité. Bien plus, comme l'activité du corps $R''H^2$ est sans doute très faible, la sensibilité de la laccase aux acides doit être très grande.

L'expérience montre qu'il en est bien ainsi, qu'une quantité extraordi-

nairement petite de certains acides suffit pour entraver et même pour annuler l'action de la laccase.

Je me suis servi, comme réaction d'épreuve, de la transformation du gayacol en tétragayacoquinone. A 5^{cm^3} de solution aqueuse de gayacol à 2 pour 100, on ajoutait des quantités connues d'acide et de laccase et l'on complétait avec de l'eau le volume de 10^{cm^3}. Quand il y avait oxydation diastasique, on voyait le mélange se colorer en rouge puis laisser déposer une poudre microcristalline de couleur pourpre.

La laccase provenait du latex de l'arbre à laque du Tonkin (*Rhus succedanea* Linné fils). Elle était très active, car $\frac{1}{250000}$ donnait déjà en 24 heures une coloration rose très nette à la solution de gayacol au centième. Avec une dose de $\frac{1}{4000}$, la coloration apparaissait dans un intervalle de 5 à 10 minutes et la tétragayacoquinone commençait à se déposer après 1 heure et demie environ. Or, il suffisait d'une quantité d'acide sulfurique correspondant à la dilution d'une demi-molécule-gramme (49^g) dans 2000^l d'eau $\left(\frac{1}{2000}\text{ normale ou } \frac{N}{2000}\right)$ pour annuler l'action de la laccase au $\frac{1}{4000}$. Il ne se faisait pas de tétragayacoquinone; malgré une attente de 24 heures, le mélange restait incolore et limpide. Une dilution $\frac{N}{60000}$ arrêtait la laccase au $\frac{1}{250000}$.

Les quantités d'acide qui, sans paralyser aussi complètement le ferment soluble, entravent son action d'une manière appréciable, sont beaucoup plus petites. J'ai trouvé, avec une solution de laccase au $\frac{1}{10000}$ dans le gayacol à 1 pour 100, que l'acide sulfurique est encore nettement actif à l'incroyable dilution d'une demi-molécule-gramme dans 500000^l, c'est-à-dire à la dilution absolue de $\frac{1}{100000000}$ environ.

Si l'on se souvient qu'à l'aide du papier tournesol très sensible on ne décèle plus l'acide sulfurique à la dilution $\frac{N}{2000}$, on peut apprécier combien la laccase dépasse en sensibilité les meilleurs réactifs de la Chimie.

L'acide sulfurique n'agit pas seul avec cette remarquable activité.

J'ai examiné toute une série d'acides. Les suivants paralysent la laccase au $\frac{1}{4000}$ à la dose de 1 molécule-gramme dans 2000^l :

Chlorhydrique, phosphorique, arsénique, formique, acétique, butyrique normal, benzoïque, lactique.

On obtient le même effet avec une demi-molécule-gramme des acides ci-dessous :

Sulfurique, oxalique, tartrique, citrique;

Ou bien 1 molécule-gramme de sulfate acide de potassium, d'oxalate acide de potassium.

Le bitartrate de potassium et le citrate monopotassique sont un peu moins actifs, mais paralysent encore à la dose voisine de 1 molécule-gramme dans 1000^{l}.

A côté de ces acides, doués d'une activité paralysante considérable, il y en a d'autres qui, au contraire, sont, pour ainsi dire, inactifs à toutes concentrations. Ce sont :

L'acide borique, l'acide carbonique, l'acide phosphorique et l'acide arsénique dont un des atomes d'hydrogène fonctionnels a été remplacé par du potassium ou du sodium; enfin, l'acide citrique dont 2^{at} d'hydrogène acides, sur 3^{at}, ont été remplacés par un métal alcalin.

Avec tous ces corps, acides au tournesol et à la phtaléine du phénol, il y a encore oxydation diastasique au voisinage de la concentration $\frac{N}{1}$.

Ainsi, au point de vue de leur action sur la laccase, il existe dans les acides deux types d'hydrogène fonctionnel : l'un, doué d'une activité considérable, pouvant, à des doses infimes, arrêter toute oxydation; l'autre, au contraire, inactif ou pour ainsi dire inactif.

Il est encore difficile d'expliquer d'où provient cette différence. Cependant, si l'on consulte les Tables des chaleurs de neutralisation des acides, on remarque que tous les hydrogènes actifs sur la laccase dégagent, quand on les remplace par du sodium, au moins $12^{Cal},5$. Les hydrogènes inactifs dégagent au plus, dans les mêmes conditions, $11^{Cal},6$.

L'acide phosphorique qui renferme trois hydrogènes acides dégage, quand on le sature par une seule molécule de soude, $14^{Cal},7$; une deuxième molécule de soude ne donne plus que $11^{Cal},6$, et la troisième que $7^{Cal},3$. Conformément à la remarque ci-dessus, le premier hydrogène acide est seul actif sur la laccase.

Pratiquement, il y a une relation étroite entre la façon dont les acides ou leurs sels se comportent avec la laccase et leur action sur les indicateurs colorés. Les composés actifs sont acides à la fois à la phtaléine du phénol, au tournesol et à l'hélianthine. Les composés inactifs réagissent comme acides seulement à la phtaléine et au tournesol; ils sont neutres à l'hélianthine [1].

Ces faits nous donnent une première indication sur le degré d'activité chimique du complexe électro-négatif qui, dans la laccase, est associé au

(1) L'acide citrique (avec ses sels alcalins) se comporte régulièrement vis-à-vis des indicateurs colorés; cependant, ses trois carboxyles ont donné à peu près la même chaleur de neutralisation.

manganèse. Ils nous montrent avec quel soin il faut étudier, au point de vue qualitatif et quantitatif, la réaction des milieux où s'accomplissent des transformations diastasiques. Enfin, ils nous fournissent le moyen d'amener au maximum d'activité les solutions de laccase que paralyserait un acide trop fort; c'est la neutralisation, en présence d'hélianthine, à l'aide d'un sel alcalin de la série des acides inactifs.

Ce qui augmente l'intérêt de ces faits, c'est leur extension vraisemblable à d'autres ferments solubles. Ainsi, d'après les observations de Fernbach, corroborées par celles de Maquenne et Roux, la saccharification de l'amidon par l'extrait de malt atteint son maximum d'intensité dans un milieu contenant des phosphates primaires, mais exempt d'acide phosphorique libre, c'est-à-dire neutralisé exactement à l'hélianthine. Cela indique, peut-être, que la diastase du malt se rapproche, à des points de vue insoupçonnés, de l'oxydase de l'arbre à laque.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des sels de manganèse sur les levures alcooliques.* Note de MM. **E. Kayser** et **H. Marchand**, présentée par M. L. Maquenne.

M. Dubourg nous a fait connaître des levures, isolées de lies de Sauternes [1], qui peuvent faire disparaître le lévulose plus rapidement que le glucose; elles présentent de l'intérêt pour la mise en fermentation des moûts de raisins riches en sucre, bien qu'elles soient douées d'un faible pouvoir alcoogène et qu'elle soient incapables de déterminer la fermentation. Dans une Note précédente [2] nous avions émis l'idée que l'accoutumance des levures alcooliques aux sels de manganèse pourrait permettre d'obtenir des fermentations plus complètes de jus de raisins sucrés, en faisant disparaître le lévulose, sucre plus difficile à se transformer en alcool que le glucose, et en donnant des vins de meilleure conservation; l'expérience a donné raison à nos prévisions.

De l'eau de touraillons très diluée a été additionnée simultanément de doses variables de glucose et de lévulose et ensemencée avec deux levures de champagne (n°s 1 et 4) et de deux levures de sauternes (n°s 42 et 110); les levures accoutumées à 3 pour 1000 de sels de manganèse portent la men-

---

(1) *Revue de Viticulture*, n° 2, 1897.

(2) *Comptes rendus*, 2 avril 1907.

tion *bis*, les quantités de chaque sucre restant dans les liquides fermentés sont dosées par la liqueur cupropotassique et le polarimètre.

Quantités de sucre par litre.

	Lévulose. (a.)	Glucose. (a.)	Lévulose. (b.)	Glucose. (b.)	Lévulose. (c.)	Glucose. (c.)
	g	g	g	g	g	g
Témoins :	80,48	163,12	167,53	81,77	123,96	127,04
Liquides fermentés.						
Levure 1......	13,97	8,58	30,38	5,12	26,05	6,95
» 4......	6,80	6,12	9,37	4,28	9,63	5,74
» 4 *bis*...	6,92	5,68	8,21	3,55	0	2,68
» 42.....	34,43	16,33	37,78	2,22	38,18	10,82
» 42 *bis*...	24,95	9,25	31,25	0,65	25,41	4,29
» 110....	7,24	6,16	5,18	4,58	6,95	4,70
» 110 *bis*..	3,63	5,97	3,23	5,44	1,52	7,73

Le dosage des sucres restants, exprimés en sucre interverti, a appris que les levures *bis* ont toujours poussé la fermentation plus loin; les différences sont attribuables pour les levures 1 et 42 surtout à une plus grande disparition du glucose, pour les levures 4 et 110, aimant le lévulose, à une plus forte disparition du lévulose. Ceci se montre facilement en calculant les proportions centésimales des sucres restants et en comparant les rapports $\frac{L}{Gl}$ à l'origine et à la fin de la fermentation; nous donnons seulement les résultats pour le moût *b*, bien que ceux de *c* soient aussi intéressants.

	Proportions pour 100 des sucres disparus. Lévulose.	Glucose.	Rapport $\frac{L}{Gl}$.
Témoin *b*..........	»	»	2,04
Levure 1.........	81,8	93,7	6,25
» 4.........	94,4	93,5	1,49
» 4 *bis*......	95,0	95,6	0,19
» 42.........	77,4	97,2	16,9
» 42 *bis*......	81,3	99,2	50,0
» 110.........	96,9	94,3	1,15
» 110 *bis*......	98,0	93,3	0,62

L'accoutumance aux sels de manganèse peut encore être utilisée avec avantage dans les pays chauds où la fermentation est quelquefois lente.

Deux levures d'Algérie n°s 9 et 12 ayant fait disparaître, dans un moût

à 190g,34 de sucre interverti par litre, des proportions de 67,6 et 67,9 pour 100 de sucre à 35° ont été accoutumées aux sels de manganèse et ensemencées dans deux moûts sucrés, abandonnés à la température de 33°, maintenue constamment.

	Quantités par litre.		Proportion centésimale disparue.	
Sucre à l'origine......	228g.	282g,4.		
Liquides fermentés (sucre restant).	a.	b.	a.	b.
Levure 9........	60,64	118,60	73,4	58,0
» 9 *bis*.....	15,40	100,00	93,3	64,5
» 12........	41,9	145,74	81,1	48,4
» 12 *bis*.....	40,7	84,74	82,1	70,0

On voit combien il convient d'être prudent dans l'interprétation des résultats obtenus par l'emploi de levures sélectionnées dans les industries de fermentation : richesse saccharine, acidité du milieu, température, race de levure, âge, état, *origine et accoutumance* de la levure sont autant de facteurs qui jouent chacun souvent un rôle prépondérant pour la quantité de sucre restant et par suite la conservation de la boisson alcoolique. Chaque levure demande à être étudiée spécialement à cet égard.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Du chromogène urinaire faisant suite à l'administration d'acide indolcarbonique*. Note de MM. **Ch. Porcher** et **Ch. Hervieux**, présentée par M. Dastre.

Nous rappellerons tout d'abord que l'urine d'un animal auquel on a administré de l'indol proprement dit $C^6H^4\langle \begin{smallmatrix} CH(3) \\ AzH(1) \end{smallmatrix} \rangle CH(2)$, additionnée à froid de leur volume de HCl fort, puis d'un oxydant, donne *principalement* de l'indigo bleu ([1]). L'obtention de ce dernier dans les conditions que nous venons de spécifier caractérise d'une façon indiscutable l'existence dans l'urine de chromogènes dérivés *directement* de l'indoxyle (indican, chromogène glycuronique).

([1]) Nous disons *principalement*, car il y a toujours formation simultanée d'une proportion d'indirubine variant avec les conditions d'oxydation et la nature de l'oxydant.

Quand on fait ingérer les homologues de l'indol : scatol (méthylindol-3), méthylcétol (méthylindol-2) diméthylindol-2.3, éthylindol, aux divers animaux d'expériences : chiens, chèvres, lapins, poules, les urines de ces derniers présentent des réactions différentes ainsi que nous l'avons déjà montré [1].

Additionnées à froid de leur volume de HCl fumant, elles deviennent rapidement roses, puis rouges. La couleur se rassemble avec le temps, au fond, en flocons très déliés, laissant au-dessus d'eux une liqueur à peu près décolorée. Ces flocons ne sont solubles ni dans le chloroforme, ni dans l'éther; ce n'est donc pas de l'indirubine. Ils passent très facilement dans l'alcool amylique et le spectre de la solution est également différent de celui de l'indirubine. De ceci il semble donc bien résulter que les homologues de l'indol dont il vient d'être question ne perdent pas *purement* et *simplement* leurs chaînes latérales dans leur passage à travers l'économie, car, s'il en était ainsi, leur forme d'élimination devrait être celle de l'indol, c'est-à-dire un dérivé de l'indoxyle. L'expérimentation montre qu'il n'en est pas ainsi.

Toutefois, dans le sens opposé, on ne saurait avancer non plus que les chaînons CH^3, C^2H^5, fixés au noyau pyrrolique de l'indol, restent inaltérés. Sans préjuger des modifications qui doivent les atteindre, on peut dire que leur présence imprime, aux transformations que l'organisme fait subir à la molécule à laquelle ils appartiennent, une allure différente de celle qui est prise par l'indol lui-même. Celui-ci, comme on le sait, mène *directement* aux chromogènes indoxyliques; rien de semblable ne se passe avec les homologues de l'indol.

Il était, de plus, intéressant, croyons-nous, de nous adresser maintenant à l'acide indolcarbonique [2] : $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH\\AzH\end{matrix}\right\rangle C-CO^2H$ ou à son éther-éthylique qui, dans les conditions expérimentales où nous nous sommes placés, donne les mêmes résultats.

Notre idée directrice était que l'acide indolcarbonique devait perdre facilement son CO^2, nous en verrons la raison plus loin, pour fournir de l'indol qui, finalement, aurait donné lieu à une élimination urinaire de chromogène indoxylique. Il n'en a rien été comme on va le voir.

---

[1] *Comptes rendus,* 27 juin 1904; *Soc. Biolog.,* t. I, 1906, p. 607; *Soc. Biolog.,* t. I, 1907, p. 994 et 996.

[2] I. FISCHER, *Ann. Liebig,* t. 236, p. 242.

Deux jeunes chiens de la même portée, de 2kg,5 environ chacun, reçoivent, par la bouche, le premier 0g,25 d'indol, le deuxième une quantité équimoléculaire d'acide indolcarbonique, c'est-à-dire 0g,35. Alors que les urines du premier sont riches en composés indoxyliques, au point même de devenir assez rapidement bleues, par la formation d'indigo faisant suite à la décomposition préalable du chromogène à radical glycuronique qu'elles contiennent à côté de l'indican; il n'en est pas de même de celles du second; elles ne deviennent nullement indiguriques. Additionnées à froid de leur volume de HCl fumant et d'une goutte ou deux d'oxydant faible, elles prennent immédiatement une teinte violet fleur de lin qui ne paraît passer que très difficilement dans le chloroforme; mais, fait curieux, si les urines ont été concentrées au vide, la forte coloration, qui se produit dans les conditions qui viennent d'être indiquées, passe très aisément dans le chloroforme en colorant celui-ci en violet-améthyste et dans l'alcool amylique en faisant prendre à ce dernier solvant une coloration rouge vineux.

La solution chloroformique, lavée à l'eau, se décolore instantanément quand on l'agite avec une solution alcaline très diluée; la liqueur aqueuse surnageante acidulée à nouveau par HCl *reprend la teinte violet fleur de lin qui peut repasser dans le chloroforme.*

Ainsi, rien dans les réactions de cette matière colorante n'indique qu'il s'agit d'un dérivé direct de l'indoxyle. Le groupement carboxyle de l'acide indolcarbonique a donc une stabilité qui, à première vue, a lieu de nous surprendre. En effet, *a priori*, il était vraisemblable de supposer que l'acide indolcarbonique, tout comme l'indol proprement dit, s'oxyderait par le sommet carboné en position 3. Dans ces conditions, si l'indol donne de *l'indoxyle :* $C^6H^4\langle\begin{smallmatrix}C-OH\\ \\ AzH\end{smallmatrix}\rangle CH$ l'acide indolcarbonique aurait dû nous fournir de l'*acide indoxylcarbonique :* $C^6H^4\langle\begin{smallmatrix}C-OH\\ \\ AzH\end{smallmatrix}\rangle C-CO^2H$ qui, comme on le sait, est peu stable et perd aisément son CO^2 aussi bien *in vitro* que dans l'organisme (1). Conséquemment, à l'acide indolcarbonique administré aurait dû faire suite dans l'urine des chromogènes indoxyliques; ce n'est pas, ainsi qu'on vient de le constater, ce que nous avons obtenu.

(1) *Soc. Biolog.*, t. I, 1907, p. 996.

BOTANIQUE. — *Sur le Caféier nain de la Sassandra,* Coffea humilis *A. Chev.* Note de M. **Aug. Chevalier** [1], présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons rencontré en grande abondance, aux environs de Guideko (moyenne Sassandra), une nouvelle espèce de Caféier de taille beaucoup plus petite que toutes les espèces connues, appelée *Serakuro* par les indigènes. Sa hauteur varie de $0^m,20$ à 1^m, avec une moyenne de $0^m,25$ à $0^m,50$. Le plus souvent, la tige qui est simple et se termine seulement par 6 à 10 paires de feuilles opposées, porte également parfois quelques baies rouges. Rares sont les exemplaires sur lesquels on peut compter de 4 à 6 rameaux grêles, étalés presque horizontalement, longs de 30^{cm} à 40^{cm} et pourvus d'un bouquet de feuilles à leur extrémité.

La plupart des exemplaires nains que nous avons vus paraissent âgés, la partie supérieure en est desséchée (ou bien ils ont été broutés) de sorte que l'unique tige de 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre naît latéralement à une hauteur de 3^{cm} à 10^{cm} du sol.

Le *Coffea humilis* croît dans les parties les plus ombreuses de la forêt, au-dessous de grands arbres qui ne laissent subsister à leurs pieds que des sous-bois très clairsemés. Il est souvent très dispersé, et il faut parfois faire des kilomètres le long d'un sentier de forêt pour en rencontrer quelques exemplaires alors que dans d'autres endroits il foisonne et que les individus sont écartés de moins de 1^m les uns des autres.

L'une des principales particularités de cette plante est d'être très peu fructifère. Les exemplaires portant 5 fruits sont rares; ces fruits sont, il est vrai, insérés au même verticelle. Le plus souvent on rencontre seulement 1, 2 ou 3 fruits sur un arbuste, ou même pas du tout.

La forme de ces fruits est très variable, elliptique ou ovoïde le plus souvent, mais, parfois aussi, globuleuse.

10 fruits frais et mûrs ont donné un poids de 20^g; 5 fruits renfermaient 10 graines qui, fraîches et entourées de leur pulpe, pesaient 4^g; 9 graines fraîches décortiquées et lavées pèsent 2^g. Il faudrait donc 4500 graines ou 2250 cerises pour obtenir 1^{kg} de café, en admettant que les graines ne per-

(1) M. Aug. Chevalier est actuellement chargé d'une mission de botanique forestière dans la Côte d'Ivoire, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, du Muséum et du Gouvernement général de l'Afrique occidentale. E. Perrier.

dent pas de poids par la dessiccation, ce qui n'est pas le cas. Ajoutons que, comme on doit compter seulement en moyenne 3 fruits par pied sauvage, il faudrait plus de 750 pieds pour obtenir 1^{kg} de café.

L'espèce que nous avons découverte dans la Sassandra ne constitue donc, à l'heure actuelle, qu'une curiosité botanique.

Toutefois, si, par des analyses ultérieures, il était reconnu que son grain présente des qualités spéciales, il serait facile de l'améliorer et d'en augmenter considérablement le rendement, comme on l'a fait pour les espèces du Congo qui, elles aussi, étaient très peu fertiles à l'état sauvage.

Les graines de *Coffea humilis* présentent, comme les cerises, de très grandes différences dans leur forme et leurs dimensions. Leur longueur varie de 12^{mm} à 17^{mm} sur 5^{mm} à 8^{mm} de largeur, et, contrairement aux autres espèces sauvages dont les cerises ne renferment souvent qu'une seule graine, on rencontre dans cette espèce toujours deux graines, même dans les plus petites cerises.

Comme tous les Caféiers, le *Coffea humilis* possède une racine pivotante; elle est grêle, longue seulement de 15^{cm} à 25^{cm} et mesure 5^{mm} à 8^{mm} de diamètre à la base. Près du collet, elle présente quelques fines racines formant chevelu, mais elle n'est point ramifiée. Le sol dans lequel croît cet arbuste est constamment sec, mais toujours frais à la surface, ordinairement recouvert de feuilles mortes; au-dessous d'une mince couche d'humus, on trouve une terre jaunâtre, un peu argileuse, toutefois assez meuble et le sous-sol est granitique.

Diagnose. — *Coffea humilis* A. Chev. (nº 16406, Herb. Chevalier). — Petits arbustes de sous-bois de la forêt, de $0^m,50$ de hauteur. Écorce blanchâtre, cendrée, écailleuse. Jeunes rameaux comprimés glabres. Feuilles oblongues, insensiblement acuminées au sommet (acumen étroit ayant jusqu'à 10^{mm} de long), longuement atténuées, cunéiformes à la base, puis brusquement arrondies à la partie rétrécie, presque sessiles, ou avec un pétiole ne dépassant pas 3^{mm}; elles sont coriaces, minces, papyracées, non ondulées, mais un peu plissées le long des nervures médianes, longues de 10^{cm} à 28^{cm} sur 4^{cm} à $7^{cm},5$ de largeur au milieu du limbe. De couleur vert rougeâtre quand elles sont jeunes, ces feuilles ne présentent point d'acarodomaties; la nervure médiane est tranchante, saillante aux deux faces mais surtout en dessus, nervures latérales au nombre de 9 à 12 saillantes, puis décurrentes le long de la nervure médiane en déterminant une petite fossette visible à la loupe de chaque côté de celle-ci. Stipules ovales-deltoïdes, apiculées au sommet, de 3^{mm} à 4^{mm} de long, dépassant le pétiole.

Fleurs insérées par 1-3 à l'aisselle des feuilles, brièvement pédicellées (2^{mm} ou moins), accompagnées de deux paires superposées de bractées engainantes très courtes, dont l'une prend parfois un aspect foliacé donnant de petites folioles ovales longues de 10^{mm} à 15^{mm}. Calice foliacé présentant 5-7, souvent 6, petits lobes foliacés, ovales, longs

de 2^{mm}, larges de 1^{mm}; ovales ou oblongs, obtus, qui tantôt tombent à la floraison et tantôt persistent jusqu'à la maturation; dans ce dernier cas, ces petits lobes restent dressés et acquièrent à la maturité du fruit une couleur vert jaunâtre. Corolle?

Fruits sessiles ou supportés par un pédicelle de 2^{mm}, rouge à maturité, presque tous sphériques, alternés aux deux extrémités, mais surtout au sommet, avec une petite dépression terminale (disque) et un point central correspondant à l'insertion du style; le disque fait parfois saillie hors du tube du calice. Ces fruits toujours plus petits que ceux de *C. liberica* mesurent de 15^{mm} à 25^{mm}.

Graines ovoïdes, plan-convexes, longues de 14^{mm} sur 7^{mm},5 de largeur; dépouillées de leur tégument, elles présentent une amande blanc verdâtre avec une fente beaucoup plus rapprochée d'un bord que de l'autre.

Le *Coffea humilis*, trouvé pour la première fois par M. Fleury, mon compagnon de voyage, à Guideko, dans la forêt, le 19 janvier dernier, n'est sans doute pas la seule plante spontanée de ce genre qui existe à la Côte-d'Ivoire. Le *Coffea liberica* Bull. reste toujours à découvrir. Les Agni nous ont signalé un Caféier sauvage qui existerait au nord de l'Indénié. Enfin M. Lemblain dit avoir consommé un café du pays trouvé dans la forêt, mais comme plante productrice de ce café, les miliciens de ce dernier nous ont montré tantôt un *Ixora*, tantôt le *Pavetta Baconia* Hiern.

ZOOLOGIE. — *Sur l'incubation buccale chez l'*Arius fissus *C. V.* Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. Edmond Perrier.

On constate parfois chez certains Poissons téléostéens exotiques un mode des plus curieux et des plus efficaces de protection des œufs et des jeunes, c'est l'incubation buccale. Après la ponte et la fécondation les œufs sont placés tantôt par le mâle, tantôt par la femelle, dans leur propre bouche et se trouvent là dans d'excellentes conditions de développement. Ils y séjournent un temps plus ou moins long, mais le plus souvent, les soins ne s'arrêtent pas à l'éclosion et les alevins restent dans leur asile jusqu'à un âge assez avancé.

L'incubation buccale paraît surtout fréquente chez les Poissons de la famille des Cichlidés (1), elle est également fort répandue chez les Siluridés, particulièrement chez les *Arius*.

---

(1) Dans les genres africains de cette famille, c'est la femelle qui se charge du soin des œufs. Cf. J. Pellegrin, *Mém. Soc. Zool. Fr.*, t. XVI, 1903, p. 112.

Les *Arius* forment un vaste genre, aujourd'hui démembré par nombre d'auteurs, ne comprenant guère moins d'une centaine d'espèces dont quelques-unes atteignent une taille assez considérable, 1^{m} et plus. Ces Poissons habitent les côtes, les estuaires et remontent parfois plus ou moins les eaux douces des régions tropicales; ils sont surtout nombreux dans le sud de l'Asie et dans l'Amérique du Sud.

On a signalé chez eux, à diverses reprises, l'incubation buccale. Dès 1857, J. Wyman l'a constatée chez des espèces de la Guyane; plus tard, Hensel et von Ihering, sur d'autres du sud du Brésil. C'est le mâle, en règle générale, qui se charge des œufs, remarquables par leur volume considérable, mais d'après von Ihering chez l'*Arius Commersoni* Lacépède, la femelle s'en occupe parfois.

Günther [1] a mentionné la présence d'une vingtaine d'œufs dans la bouche de deux exemplaires mâles de l'*Arius fissus* Cuvier et Valenciennes, mesurant de 6 à 7 pouces de long, mais sans s'étendre autrement sur ce fait intéressant.

Grâce aux riches matériaux ichtyologiques rapportés par M. F. Geay, au Muséum de Paris, de ses divers voyages à la Guyane française, j'ai pu examiner une belle série comprenant une dizaine d'individus de cette dernière espèce, en période de reproduction, ce qui m'a permis de contrôler et compléter sur quelques points les observations antérieures.

Une femelle adulte de 208^{mm} de longueur présente deux ovaires volumineux sensiblement égaux, d'une longueur de 50^{mm}. Ceux-ci contiennent des ovules à 3 stades de développement bien nets : les premiers correspondant au stade le plus jeune, extrêmement nombreux, sphériques, n'ont qu'un quart de millimètre de diamètre environ; les seconds ou moyens, ovoïdes, mesurent 1^{mm},5 sur 1^{mm} à 1^{mm},25; les derniers, à maturité, ont un diamètre de 6^{mm} à 7^{mm} et sont au nombre d'une vingtaine dans chaque ovaire. La bouche est vide, l'estomac et l'intestin contiennent des débris de digestion.

Une femelle de 190^{mm} a les ovaires relativement moins volumineux, mesurant seulement 35^{mm} de longueur. Ils contiennent également des ovules à 3 stades mais de dimensions légèrement inférieures à celles du spécimen précédent. Une douzaine par ovaire sont arrivés au dernier stade; leur diamètre est de 4^{mm} à 5^{mm}. La bouche est vide, l'estomac contient un petit Percoïde à demi digéré et l'intestin est rempli de débris alimentaires.

Un mâle de 165^{mm} a la bouche énormément distendue par une couvée complète comprenant 17 œufs volumineux, peu avancés, d'un diamètre de 7^{mm} à 9^{mm}.

Un second mâle de 126^{mm} a dans la bouche une couvée également complète de 22 œufs embryonnés, d'un diamètre de 5^{mm} à 7^{mm}.

Un troisième mâle de 134^{mm} a la bouche presque entièrement remplie par 10 œufs à embryon déjà bien développé, d'un diamètre de 8^{mm} à 9^{mm} (un ou deux œufs ont, peut-être, été perdus).

Un quatrième mâle de 176^{mm} a dans la gueule deux alevins de 26^{mm} et de 27^{mm} de longueur, à vésicule ombilicale volumineuse, qui ne représentent certainement qu'une

(1) A. Günther, *Cat. Fishes British Museum,* t. V, 1864, p. 173.

partie de la couvée, le reste ayant dû s'échapper au moment de la capture et de l'agonie du Poisson.

Un cinquième mâle de 174^{mm} abrite dans sa gueule 6 alevins de 33^{mm} à 35^{mm} de long, à vésicule ombilicale presque entièrement résorbée.

Tous les sujets porteurs d'œufs ou de jeunes dans la gueule sont des mâles à testicules très réduits, en non activité. Tous ont l'estomac et l'intestin complètement vides ou ne contenant que quelques mucosités et un peu de vase.

Ces observations permettent de formuler les conclusions suivantes, en ce qui concerne l'*Arius fissus* Cuvier et Valenciennes de la Guyane française :

1° Chez la femelle, les ovules présentent trois stades de développement bien tranchés (1). Le nombre d'œufs mûrs dans chaque ovaire paraît être d'une vingtaine à la fois;

2° C'est le mâle qui se charge du soin des œufs et des jeunes;

3° Le nombre des œufs couvés doit généralement être compris entre une dizaine et une vingtaine;

4° Les soins pour les jeunes se poursuivent après l'éclosion, jusqu'à la résorption de la vésicule (2);

5° Le développement de tous les œufs ou alevins d'une même couvée, soumis à des conditions de milieux identiques, est sensiblement égal et parallèle;

6° Pendant toute la durée de l'incubation, le mâle est condamné à un jeûne absolu.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur le* Coccus anomalus *et la maladie du* bleu *des vins de Champagne*. Note (3) de M. E. **Manceau**, transmise par M. Troost.

Dans une Note présentée le 1er juillet 1907, MM. Mazé et Pacottet, signalant l'existence d'un *Coccus* dans des vins mousseux de Champagne légèrement troubles ou *bleus*, ont donné, sur les causes du *bleu*, des appréciations si formelles que je dois faire connaître les conclusions qui découlent de

(1) Ce fait est en accord avec les observations de Wyman. *Cf.* J. Wyman, *Am. Jour. Science and Arts*, 2e série, t. XXVII, mai 1859, p. 5.

(2) Il en est de même chez l'*Arius Herzbergi* Bloch, ainsi que j'ai pu le constater sur trois exemplaires également rapportés par M. F. Geay, de la Guyane française.

(3) Reçue dans la séance du 22 juillet 1907.

recherches entreprises pendant quinze ans sur un grand nombre de vins mousseux de cette sorte.

MM. Mazé et Pacottet affirment que le *bleu* est toujours dû à un microbe, qu'ils ont appelé *Coccus anomalus*, et n'ont pas observé un seul cas de bleu dû au ferment de la graisse.

Dans une Note du 19 mars 1906 sur les ferments de la graisse isolés par M. Kayser et par moi, nous écrivions : « Le mode de développement lent est extrêmement fréquent dans les vins mousseux de Champagne (1) ». Ce développement est souvent restreint au dépôt formé dans toute la masse du vin, si le milieu et les autres conditions d'existence sont très favorables, et aussi lorsque ces ferments gras sont associés à divers microbes aérobies. La graisse peut donc être une cause du *bleu*.

Mais ce n'est là qu'un cas particulier et l'examen de nombreux vins *bleus* me permet les conclusions suivantes :

Il n'y a pas *une* maladie du bleu, mais une série d'accidents imputables à diverses causes. Tantôt le bleu est dû simplement à un précipité chimique provoqué par le froid, par le remplissage de la bouteille avec un vin d'un titre alcool trop élevé, etc.; tantôt le bleu est microbien et, dans ce cas, plusieurs microbes interviennent parfois simultanément.

C'est ainsi qu'on peut rencontrer les ferments de la graisse quelquefois purs et le plus souvent associés à des levures ou à des germes aérobies. En étudiant avec M. Kayser (2) le développement de nos ferments de la graisse dans des vins de Champagne non mousseux, nous avions obtenu des vins *bleus*. J'ai réalisé la même expérience dans des vins mousseux de Champagne.

Jusqu'à ce jour, j'ai isolé des vins bleus quatre aérobies comprenant deux *coccus*, un bacille et une sarcine. Tous ces aérobies attaquent le glucose ou la lévulose, comme les ferments anaérobies de la graisse. Il existe donc au moins cinq microbes du bleu et le nombre en est probablement plus élevé.

Ces germes des vins *bleus* de Champagne se rencontrent dans un grand nombre de vins puisque nous les avons encore isolés, M. Kayser et moi, de vins gras provenant de diverses régions.

Ainsi, l'accident connu sous le nom de *bleu* des vins de Champagne a pour causes tantôt un précipité chimique et tantôt des microbes. Les deux causes peuvent intervenir simultanément.

---

(1) KAYSER et MANCEAU, *Sur la maladie de la graisse des vins* (*Comptes rendus*, 19 mars 1906).

(2) KAYSER et MANCEAU, *Sur la graisse des vins* (*Comptes rendus*, 23 juillet 1906).

Le bleu microbien n'est pas dû à un seul microbe mais à plusieurs microbes qui sont souvent associés.

PHYSIOLOGIE. — *Action pharmacodynamique de la* Kolatine. Note de MM. **J. Chevalier** et **A. Goris**, présentée par M. Guignard.

L'un de nous a récemment isolé de la noix de kola fraîche la *kolatine* ([1]), composé phénolique cristallisé, intimement lié dans cette drogue à la caféine et formant avec elle une combinaison lâche, soluble dans l'eau, disparaissant lors de la dessiccation des graines et jouant un rôle important dans la production du produit complexe appelé *rouge de kola*.

Il était particulièrement intéressant d'examiner les propriétés pharmacodynamiques de ce corps et de rechercher s'il était susceptible de jouer un rôle dans la production des effets toniques si remarquables obtenus avec la noix de kola fraîche.

On a depuis longtemps insisté sur la différence d'activité des préparations de noix sèches et celles de la noix fraîche. Dans le premier cas, la caféine seule agit; dans le second, les effets obtenus sont notablement supérieurs à ceux que pourrait déterminer la quantité de caféine ingérée; de plus, ils en diffèrent par une modalité particulière non encore élucidée.

La kolatine est un corps peu toxique, et elle peut être injectée par voie intra-veineuse, à la dose de 1^g par kilogramme d'animal, sans déterminer d'accidents graves.

Contrairement à la caféine, son action est nulle sur la contractilité musculaire, et la courbe de contraction n'est modifiée ni dans sa forme, ni dans sa grandeur, sous l'influence de doses mêmes fortes, susceptibles de déterminer tardivement la mort de l'animal (injection de $0^g,02$ à une grenouille de 20^g).

Son action sur le système nerveux central ne se traduit pas par des phénomènes réactionnels bien marqués, et l'on note seulement une période d'hyperexcitabilité assez prolongée se manifestant, avec de fortes doses, par des mouvements toniques légers plus ou moins généralisés et coïncidant avec une respiration précipitée, spasmodique, diaphragmatique. L'expiration est surtout difficile et s'accompagne parfois de tremblements. Au bout d'un

([1]) Goris, *Sur un nouveau principe cristallin de la kola fraîche* (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 27 mai 1907, p. 1162).

certain temps et avec des doses toxiques, à cette période d'hyperexcitabilité succède une période de dépression, puis des phénomènes paralytiques.

Chez les animaux à sang froid (grenouille), l'injection de la kolatine dans les sacs lymphatiques dorsaux ($0^g,01$ pour un animal de 15^g) détermine rapidement une augmentation de l'énergie systolique et une légère accélération des mouvements cardiaques; puis, au bout de peu de temps, l'énergie des contractions cardiaques augmente encore, mais leur nombre diminue, la diastole se faisant d'ailleurs plus lente. Ultérieurement surviennent des pauses diastoliques de plus en plus prolongées et le cœur finit par s'arrêter sans avoir présenté d'irrégularités de rythme, la systole s'effectuant avec une énergie considérable jusqu'à la fin.

Le cœur s'arrête en diastole, il est encore excitable, comme du reste les autres muscles, mais, par contre, les nerfs sont complètement paralysés et ne répondent plus aux excitations électriques.

Chez les animaux à sang chaud, l'injection intraveineuse de la kolatine détermine un léger ralentissement des contractions cardiaques, une augmentation de leur énergie et une légère augmentation de la pression sanguine. Ces divers phénomènes persistent plus ou moins longtemps suivant la dose injectée et, sous l'influence de doses fortes ($0^g,60$ à $0^g,70$ par kilogramme d'animal), on voit se produire une chute progressive de la pression sanguine; les ralentissements des contractions cardiaques s'accentuent encore à cette période, mais l'énergie cardiaque reste encore supérieure à la normale.

Cette étude préliminaire était indispensable avant d'aborder celle de la combinaison kolatine-caféine qui existe dans la noix de kola fraîche. Il est important de remarquer, dès à présent, l'espèce d'antagonisme partiel qui existe entre l'action de la caféine et celle de la kolatine, aussi bien sur les muscles que sur le système nerveux central, antagonisme probablement susceptible d'empêcher l'action contracturante des doses fortes de caféine sur les muscles et, en particulier, sur le myocarde, qui constitue l'une des principales contre-indications de son emploi en thérapeutique.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *De quelques expériences ophtalmologiques faites à l'aide de la lumière des vapeurs de mercure.* Note de M. **P. Fortin**, présentée par M. A. Dastre.

La lumière des vapeurs de mercure *jouit de propriétés spéciales*, permettant à l'œil d'observer sur lui certains détails de sa structure, détails

qui jusqu'à maintenant n'étaient que fort peu visibles, même pour des observateurs exercés. C'est ainsi qu'avec cette lumière l'on peut très distinctement étudier sur soi la région maculaire, la circulation du sang dans les capillaires et certains phénomènes tels que les houppes de Haidinger.

L'expérience comporte le dispositif suivant :

La lumière provenant de trois tubes à mercure Cooper Hewitt, fonctionnant sur le courant alternatif, à l'aide du transformateur de Faria, traverse deux épaisseurs de verre bleu et est recueillie sur le champ d'une large lentille encerclée dans un cadre opaque. L'œil de l'observateur se place près de la lentille de telle sorte que tout le champ de celle-ci lui paraisse illuminé uniformément et c'est sur ce champ, devenu une plage bleue bien unie, que l'œil va projeter dans des conditions déterminées certains détails de sa structure la plus intime (1).

1° *Examen de la macula.* — Devant l'œil et tout près de lui, on agite d'un léger tremblotement un petit écran percé d'un trou d'épingle. Immédiatement, dès que l'œil regarde au travers du trou d'épingle vers le champ de la lentille, il aperçoit projeté sur celle-ci, *absolument comme elle le serait sur le champ d'un microscope, la structure fine de la fovéa et celle des capillaires de la région maculaire. Le tout prend l'aspect d'une délicate préparation histologique colorée en bleu de méthylène.*

Le réseau capillaire ressemble à une toile d'araignée et se dessine en bleu foncé presque noir sur fond bleu clair. Peu à peu, par suite de l'adaptation de l'œil à la lumière bleue, il tranche beaucoup moins en s'effaçant de plus en plus. Le procédé en effet est basé sur ce fait que la macula se fatigue moins de la lumière bleue dans les parties où elle se trouve défendue contre cette lumière par la trame opaque des capillaires.

Au centre de cette toile d'araignée on distingue une petite tache plus foncée, la fovéa. Elle se compose d'une multitude de petits cercles correspondant très probablement aux cônes visuels. Ceux-ci sont très régulièrement disposés, non cependant comme le sont les calices d'une fleur de dahlia, disposition qu'exigeaient certaines hypothèses. Un fait intéressant à signaler, dans le cas où chacun de ces petits cercles correspondrait bien à un cône visuel, c'est que nous arriverions à discerner la structure d'un cône en le voyant entouré d'une gaine circulaire bleu foncé. Nuël, dans une étude très bien faite de cette question, avait émis l'hypothèse (*Archives de Biologie*, 1883) que le cône ne saurait être l'unité élémentaire de notre perception visuelle. « Les unités élémentaires doivent être beaucoup plus petites, puisque ce n'est qu'au moyen d'éléments plus petits que l'on arrive à analyser un élément donné. » Cette remarque,

(1) Pour la transformation du courant alternatif en courant continu j'ai eu recours aux conseils de M. Ducretet.

à mon avis, s'appliquerait non seulement au sens des formes, mais aussi au sens chromatique, du moins pour le bleu. Il faudrait donc admettre que, dans chacun de ses diamètres, le cône contiendrait de 10 à 20 fibres éléments. *La fibre unité de notre rétine ne mesurerait donc plus* 2μ, *mais moins d'un dixième de micron.* « Si, dans la vision habituelle, d'après Nuël, les conditions dioptriques sont telles que l'image d'un point lumineux occupe toujours l'aire de tout un cône, il ne faut pas en conclure que le cône est l'unité photo-sensible de la rétine. »

La méthode de vision entoptique de la macula constitue bien un procédé d'examen. Elle peut rendre des services dans l'étude des amblyopies (¹) et permettre de discerner de très petites lésions rétiniennes de 20μ à 30μ d'étendue (²).

2° *Examen de la circulation rétinienne.* — Le phénomène apparaît quand l'œil regarde un ciel bleu. Il fut étudié de la sorte par Purkinje, Vierordt, Reuben, O.-N. Rood, Helmholtz. Il est toutefois beaucoup plus apparent avec les tubes à vapeur de mercure (³). Pour l'observer on procède comme précédemment, mais sans l'intermédiaire de l'écran percé du trou d'épingle. Le champ visuel semble en ébullition. De tous côtés surgissent de fins tubes coudés très lumineux et toujours aux mêmes places. Ce sont les capillaires qui se distendent sous les secousses cardiaques. Dans leur calibre sont entraînés avec une extrême rapidité de petits disques noirs qui sont les globules rouges du sang. Avant d'avoir vu l'expérience on se fait difficilement une idée du travail qui s'accomplit ainsi dans notre rétine.

3° *Examen des houppes de Haidinger.* — Toujours en restant dans les conditions ci-dessus on observe très facilement un phénomène que sans cela l'on ne découvre pas toujours de suite. Ce phénomène a été décrit pour la première fois par Haidinger. Quand devant le dispositif indiqué précédemment on regarde la lentille au travers d'un prisme de Nicol on distingue fort bien les deux petites houppes qui portent son nom. (La rotation du nicol autour de son axe doit être ininterrompue.)

Daltonisme expérimental. — Les lampes à vapeurs de mercure nous permettent de plus de nous faire une idée de ce que peut être la vision de certains daltonistes, des aveugles pour le rouge. En effet, dans une chambre

(¹) SCRINI et FORTIN.

(²) FORTIN, *De la méthode entoptique comme méthode de diagnostic* (*Arch. d'Ophtal.*, juin 1907).

(³) FORTIN, *Société de Biologie*, 2 mars 1907.

éclairée par leur seule lumière, comme aucune radiation rouge n'est émise, les objets ne réfléchissent vers nos yeux aucun rayon rouge. Nous nous trouvons dès lors posséder la vision que nous aurions si nous étions privés de la perception de cette catégorie de rayons. Nous ressemblons quelque peu à certains daltonistes, aveugles pour le rouge, et nous avons là une méthode expérimentale nous permettant de comprendre la peinture des artistes affectés de cette infirmité. Si certaines personnes se trouvant pour la première fois en présence de cette lumière ne la jugent pas très étrange, c'est précisément qu'elles sont des daltonistes aveugles pour le rouge.

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte de la formation sulfo-gypseuse (formazione gessoso-solfifera) dans le bassin de la Seybouse.* Note de **M. J. Dareste de la Chavanne.**

La vallée de la Seybouse s'élargit auprès de Guelma en un bassin tertiaire dirigé est-ouest et limité au nord par le massif éocène supérieur du Djebel Aouara et par l'affleurement crétacé de Gueloat bou Sba, à l'ouest et au sud par les massifs d'éocène supérieur qui forment les contreforts de la Mahouna, à l'est par un massif triasique assez important situé en aval de la station du Nador.

Le bassin elliptique ainsi défini a son grand axe long d'environ 25^{km}. Sa largeur moyenne est de 7^{km} à 8^{km}.

Le fond de la cuvette paraît formé sur presque toute son étendue par un synclinal raviné d'argiles et grès de l'éocène supérieur, dont les bancs, subhorizontaux sur le flanc nord, ont un plongement assez prononcé vers le nord dans le flanc sud.

Les couches tertiaires qui remblaient le bassin sont assez complexes. Aux environs de Guelma on observe, reposant sur les argiles et grès fortement ravinés de l'éocène supérieur, une formation assez épaisse de marnes à gypse et à soufre, qui affleure en particulier sur le flanc des coteaux bordant la Seybouse.

Ce facies lagunaire marno-gypseux est localisé dans la partie ouest du bassin, entre le Djebel Arara et le village de Petit. Partout, les couches plongent assez fortement vers le Nord.

La base de la formation n'étant pas toujours visible, il est difficile de se faire une idée complète du substratum. Toutefois, à 3^{km} à l'ouest de la ville de Guelma, on voit les marnes à gypse reposer en discordance sur les argiles et grès ravinés de l'éocène

supérieur. D'autre part, en ce même point, ces marnes à gypse sont surmontées de travertins calcaires qui se rattachent à la grande nappe de calcaires travertineux sur lesquels est construite la ville de Guelma et dont l'âge pliocène n'est pas douteux. On y recueille en effet en grande abondance l'*Helix* (*Leucochroa*) *sub-semperi* Thomas et des fragments d'os d'*Hipparion*.

En d'autres points et particulièrement au nord de la Seybouse, ces marnes à gypse sont surmontées en discordance, tantôt par des cailloux roulés alluvionnaires, parfois consolidés en poudingues avec intercalation de bancs de travertins marneux ou marno-calcaires, tantôt par des terrasses d'alluvions se rattachant aux niveaux élevés des dépôts fluviatiles de la vallée de la Seybouse.

Enfin, non loin du village d'Oued Touta, sur les berges de la Seybouse, ces marnes à gypse sont recouvertes par des marnes blanchâtres lacustres renfermant une faune nombreuse et nouvelle de Limnées, de Bithynies, de Planorbes et d'Ancyles d'âge pliocène.

Comme on le voit, l'âge de cette formation sulfo-gypseuse ne peut pas être nettement déterminé par ses relations stratigraphiques. On peut seulement affirmer qu'elle est postérieure à l'éocène supérieur et antérieure au pliocène. Mais la découverte de fossiles est venue récemment préciser cet âge.

L'affleurement le plus important de ces marnes gypseuses se trouve non loin du village d'Héliopolis, sur le flanc des coteaux dominant la rive gauche de la Seybouse. Il y a trois ou quatre ans, ces couches avaient été signalées par M. Tournier, conducteur des Ponts et Chaussées, comme renfermant en ce point des bancs de soufre, et l'an dernier, une galerie d'exploitation creusée dans cette formation vint y confirmer la présence d'un gîte de soufre assez important.

Grâce aux indications précieuses que M. Rousselet, pharmacien à Guelma, m'a fournies sur ce gisement, j'ai pu y recueillir de nombreux fossiles.

La formation se présente, en cet endroit, sous forme de plaquettes marno-calcaires feuilletées avec traces de soufre, alternant avec des lamelles de gypse. Vers le sommet, le gypse apparaît en masses plus irrégulières dans un calcaire gris, parfois un peu marneux. Intercalée dans cette masse se montre une zone de marnes bleues feuilletées assez argileuses et devenant grises au contact de l'air. Ces dernières contiennent plusieurs bancs de soufre dont l'exploitation est commencée. Ces bancs sont au nombre de cinq. Ils ont une épaisseur moyenne de $0^m,20$ à $0^m,25$ et sont séparés par des lits marneux de $0^m,75$ chacun environ.

C'est dans ces lits marneux que l'on recueille des empreintes de feuilles, de fruits de Conifères et surtout de squelettes de Poissons.

M. le Dr Sauvage a bien voulu étudier cette faune ichtyologique qu'il se propose de décrire. Ce savant spécialiste rapporte tous ces Poissons à un genre nouveau de la famille des Chromidés, qui habitent actuellement les

eaux des régions tropicales de l'Afrique, et il les considère, en raison de l'étroite ressemblance avec les types actuels, comme ne pouvant appartenir à un niveau plus ancien que le miocène tout à fait supérieur ou même le pliocène inférieur.

M. Laurent, le savant paléobotaniste du Muséum de Marseille, a déterminé deux types parmi les plantes fossiles de ce gisement :

1° Un cône de Conifère voisin de *Thuya Saviniana* Heer du miocène supérieur d'Œningen;

2° Des feuilles pouvant être attribuées à un Châtaignier ou à un Chêne castanéiforme, type d'une grande longévité géologique.

Malgré l'incertitude de ces premières données, M. Laurent penche pour un niveau plutôt élevé de la série tertiaire.

En résumé, la formation sulfo-gypseuse du bassin de Guelma peut être considérée comme l'équivalent de la formation sulfo-gypseuse (*formazione gessoso-solfifera*) de Licata (Sicile), avec laquelle elle présente une analogie presque complète au point de vue du facies. C'est la première fois que ce facies sulfo-gypseux est observé dans le nord de l'Afrique.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur des Poissons de la famille des Cichlidés trouvés dans le terrain tertiaire de Guelma.* Note de M. **H.-E. Sauvage.**

Les Poissons qui rentrent dans la famille des Cichlidés, dont le maximum de développement, à l'époque actuelle, se trouve dans la zone équatoriale des régions néo-tropicale et éthiopienne, sont à peine connus dans la série des formations.

Cope, en 1877, a établi un genre *Priscara* pour des Cichlidés de l'éocène de l'Utah et du Wyoming; Smith Woodward, en 1898, a rapporté au genre actuel *Acara* des Poissons des lignites tertiaires de la province de Sao Paulo, au Brésil.

Tels sont les seuls documents que nous ayons sur les Cichlidés fossiles; aussi la découverte, faite par MM. Rousselet et Dareste de la Chavanne, de Poissons appartenant à cette famille, dans les couches tertiaires avec gypse et soufre de Guelma, présente-t-elle un intérêt d'autant plus grand que ces Cichlidés sont très voisins des *Hemichromis,* ainsi que l'a reconnu M. J. Pellegrin. Ce genre *Hemichromis,* qui comprend deux espèces de l'Afrique septentrionale et occidentale, est à rapprocher des *Acara* de l'Amérique du Sud; or, ce dernier genre représente, d'après J. Pellegrin, un terme fort peu évolué de la famille.

Il en est de même pour les Cichlidés du Tertiaire du Tell algérien qui se rapportent à un genre nouveau, *Palæochromis*, caractérisé par la présence au maxillaire d'une rangée de dents coniques, plus grandes que celles des deux autres rangées. Les écailles sont cycloïdes. La dorsale épineuse, beaucoup plus grande que la dorsale molle, se compose de 11-12 fortes épines; on voit 3 fortes épines à l'anale; la nageoire caudale est sub-arrondie; on compte 25-26 vertèbres, dont 12-14 abdominales. Deux espèces ont été recueillies à Guelma, *P. Daresti*, n. sp., au corps élevé, *P. Rousseleti*, n. sp., dont le corps est plus allongé, les rayons mous de l'anale moins nombreux.

Les *Palæochromis* relient les *Acara* américains aux *Hemichromis* africains.

M. **A. Pellet** adresse une Note intitulée : *Extension du théorème de Rolle.*

M. **G.-D. Hinrichs** adresse une Note *Sur les équations dominant le calcul des poids atomiques.*

(Renvoi à la Section de Chimie.)

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er juillet 1907.

(Suite.)

Observation de l'éclipse de Soleil du 14 janvier 1907. Variations corrélatives des phénomènes météorologiques à l'Observatoire de Phu-Liên (Tonkin), par M. G. Le Cadet, Directeur. Hanoï, 1907; 1 fasc. in-8°.

Carte pluviométrique de l'Indo-Chine pour l'année 1906, dressée par G. Le Cadet. 1 feuille in-f° pliée.

Ministère de l'Intérieur. Direction de l'Assistance et de l'Hygiène publiques. *Rapport sur la défense sanitaire du golfe Persique*, par M. Paul Faivre. Melun, Imprimerie administrative, 1906; 1 fasc. in-8°.

Un débat scientifique. Pouchet et Pasteur : 1858-1868, par Georges Pennetier. Rouen, J. Girieud, 1907; 1 fasc. in-8°.

Histolyse, sans phagocytose, des muscles vibrateurs du vol, chez les reines des Fourmis, par Charles Janet. (Extr. des *Comptes rendus*, t. CXLIV, 18 février 1907, p. 393.) Paris; 1 fasc. in-4°.

M. E. Lebon adresse cinq Opuscules sur diverses questions relatives aux Sciences mathématiques. 5 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 juillet 1907.

Institut de France. Académie des Sciences. *Instructions pour l'Expédition antarctique organisée par le Dr Jean Charcot*. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-12.

Mélanges scientifiques et littéraires, par Louis Passy, Membre de l'Institut; 4e et 5e séries. Paris, Guillaumin; Masson et Cie, 1904; 2 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Dérivation des sources du Loing et du Lunain, profil géologique de l'aqueduc, dressé par G. Ramond, d'après ses recherches personnelles et les documents communiqués par le Service des Eaux de la Ville de Paris. Publié par la Préfecture de la Seine; novembre 1906; 1 fasc. in-4°.

Bulletin météorologique annuel du département des Pyrénées-Orientales; Bulletin n° 34, année 1905. Perpignan; 1 fasc. in-4°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 8e série, t. VII, année 1906. Nantes, 1907; 1 vol. in-8°.

Plan de la seconde Expédition antarctique belge, par Henryk Arctowski. Bruxelles, Vanderauwera et Cie, 1907; 1 fasc. in-8°.

Programme scientifique de la seconde Expédition antarctique belge, par Henryk Arctowski. Bruxelles, Vve Ferdinand Larcier, 1907; 1 fasc. in-8°.

Superficie de la Russie d'Asie avec les bassins des océans, des mers, des rivières et des lacs, ainsi que les superficies des divisions administratives sous le règne de l'Empereur Nicolas II, par A. de Tillo, Correspondant de l'Académie des Sciences. Annexe : *Carte des bassins de la Russie d'Asie;* et un *Résumé* en français. Saint-Pétersbourg, Imprimerie de l'Académie impériale des Sciences, 1905; 1 vol. et 1 fasc. in-f° et une feuille in-plano pliée.

Notes analytiques sur les collections ethnographiques du Musée du Congo, publiées par la Direction du Musée. Tome II : *Les industries indigènes;* fasc. 1 : *La Céramique;* pages 1 à 194, planches I à XXI. Bruxelles, 1907; 1 fasc. in-f°.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1906; 67. Jahrgang. Prague, 1907; 1 fasc. in-4°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, exécutées et rédigées sous la direction de l'Institut central météorologique; t. XLVIII, 1906. Stockholm et Upsal; 1 vol. in-4°.

Kungliga svenska Vetenskapsakademiens Handlingar; Bd. XLI, n° 4; Bd. XLII, nos 2-4. Stockholm et Upsal, 1907; 4 fasc. in-4°.

Records of the geological Survey of India; t. XXXV, part 1, 1907. Calcutta; 1 fasc. in-8°.

Memoirs of the Department of Agriculture in India; t. II, n° 1 : *Some diseases of cereals caused by « Sclerospora graminicola »*, by E.-J. Butler. Calcutta, 1907; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 JUILLET 1907.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, par MM. les Secrétaires perpétuels; t. CXLIII, juillet-décembre 1906. Paris, Gauthier-Villars; 1 vol. in-4°.

Rapport sur une Mission scientifique dans les jardins et établissements zoologiques publics et privés du Royaume-Uni, de la Belgique et des Pays-Bas, par M. Gustave Loisel. (Extr. des *Nouvelles Archives des Missions scientifiques,* t. XIV.) Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Giard. Hommage de l'auteur.)

L'Année biologique. Comptes rendus annuels des travaux de Biologie générale, publiés sous la direction de M. Yves Delage, Membre de l'Institut; neuvième année, 1904. Paris, H. Le Soudier, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Yves Delage.)

Come si possa giustificare l'uso della media aritmetica nel calcolo dei risultati d'osservazione, Nota del M. E. prof. Giovanni Schiaparelli. (Extr. des *Rendiconti del R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett.,* serie II, t. XL, 1907.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La via delle vene aperta ai medicamenti eroici, per Guido Baccelli. Rome, 1907; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Icones mycologicæ, par Boudier; 3e série, livraison 14. Paris, Paul Klincksieck, 1907; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 10e série, t. VI. Toulouse, 1906; 1 vol. in-8°.

Rapporte annuale dello I. R. Osservatorio marittimo di Trieste, contenente le osservazioni meteorologiche di Trieste e di alcune altre stazioni adriatiche, per l'anno 1903, sedato da Edoardo Mazelle; t. XX. Trieste, 1907; 1 fasc. in-4°.

Koninklijk nederlandsch meteorologisch Institut; n° 98. *Annuaire,* 57e année, 1905; B. *Magnétisme terrestre.* Utrecht, Kemink et fils, 1907; 1 fasc. in-4°.

Report of the Commissioner of fisheries for the fiscal year 1905, *and special papers.* Washington, Government printing Office, s. d.; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences; t. XLIII, nos 1-3, june 1907. Boston, Massachusetts, 3 fasc. in-8°.

The Institution of mechanical Engineers : Proceedings, 1906, parts 3-4. Londres. 1 vol. in-8°.

Memorias de la Real Sociedad espanola de Historia natural. Tomo V : *Homenaje á Linneo en el segundo centenario de su nacimento* 1707-1778. Memoria Ia : *Notas micológicas, colección de dados referentes á los hongos de España;* segunda serie, por Blas Lázaro é Ibiza. Madrid, 1907; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie; t. XXI. *Procès-verbaux,* janvier-mars 1907. *Mémoires;* fasc. 1. Bruxelles, 1907; 2 fasc. in-8°.

Bollettino tecnico della coltivazione dei tabacchi, pubblicato per cura del R. Istituto sperimentale in Scafati (Salerno); anno VI, gennaio-aprile 1907, nos 1-2. Scafati, 1907; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société des Sciences de Bucarest, Roumanie; 16e année, janvier-avril 1907, nos 1 et 2. Bucarest; 1 fasc. in-8°.

Revue de l'Internationalisme, sous la direction du Bureau de la Fondation pour l'Internationalisme, à La Haye. 1re année, 2e livraison, juin 1907. Paraît tous les deux mois en 4 éditions (hollandaise, allemande, anglaise et française), chez Maas et Van Suchtelen, Amsterdam et Leipsig; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Tome CXLIV, Séance du 21 mai 1907.)

Note de M. *Barré,* Sur les surfaces engendrées par une hélice circulaire :

Page 1098, ligne 5 en remontant, *lisez* $\frac{d\rho}{ds} = \pm \left[\frac{\rho^2 - \tau^2}{\tau^2} \right]$.

(Tome CXLV, Séance du 16 juillet 1907.)

Note de M. *Barré,* Sur les surfaces engendrées par une hélice circulaire :

Page 162, équation (8), *lisez* $u'(\rho^2 + K_0^2) + \rho u(u' - 1) = 0$.
Même page, dernière ligne, *supprimez* le mot *singulières*.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AOUT 1907,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **A. Lacroix** a le regret d'annoncer à l'Académie la mort de M. *Klein* (*Johann-Friedrich-Carl*), Correspondant pour la Section de Minéralogie.

M. Klein est l'auteur de nombreux et importants travaux de cristallographie concernant beaucoup d'espèces minérales; il a publié un Traité de calcul cristallographique estimé, mais il s'est surtout fait connaître par ses études sur les propriétés optiques des minéraux pseudocubiques (boracite, grenats, leucite, analcime, etc.) et d'un grand nombre d'autres substances, par ses Mémoires sur les variations de ces propriétés optiques avec la chaleur.

On lui doit la construction ou le perfectionnement de plusieurs appareils utilisés par lui dans ses travaux et aujourd'hui d'un usage courant dans les laboratoires.

Depuis quelques années, M. Klein s'occupait beaucoup des météorites, il a fait la découverte importante de la première roche à leucite extra-terrestre.

Né le 15 août 1842 à Hanau-sur-le-Main, M. Klein a d'abord professé la Minéralogie à Göttingen; en 1887, il a succédé à Websky dans la chaire de Minéralogie et dans la direction de l'Institut minéralogique de Berlin, qu'il a réorganisé, en donnant un essor considérable à ses laboratoires et à ses collections.

M. Klein a personnellement peu publié de travaux pétrographiques; mais, sous sa direction, de nombreux élèves ont mené à bien d'importantes monographies, en particulier, à l'aide des grandes collections de roches rapportées de l'Équateur et de Colombie par Reiss et Stübel, collections conservées à l'Institut minéralogique de Berlin.

M. Klein était Correspondant de l'Académie pour la Section de Minéralogie depuis 1900. Il est décédé subitement à Berlin le 23 juin.

RAPPORTS.

Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur (1).

(Commissaires : MM. les Membres du Bureau; MM. Bouquet de la Grye, Hatt, Bassot, Lœwy; H. Poincaré, rapporteur.)

Le dernier rapport sur la mission de l'Équateur a été présenté à l'Académie le 10 avril 1905; il faisait connaître l'état des travaux au 1er janvier 1905 et il faisait prévoir l'achèvement des travaux au mois de mai 1906. Ces prévisions se sont heureusement réalisées et l'on a pu mener à bonne fin l'œuvre entreprise sans dépasser les crédits alloués.

Le 1er janvier 1905, il restait à faire la partie sud de la chaîne depuis les stations de Fierro-Urcu et Chilla-Cocha (soit 16 stations en y comprenant les termes de la base et les sommets du rattachement); à mesurer les différences de longitude Machala-Cuenca, et Payta-Machala, à mesurer la base de Payta à la règle et aux fils, et enfin à faire les observations pendulaires.

M. le capitaine Massenet, qui devait prendre le commandement de la mission, débarqua le 22 février 1905; malheureusement, cet officier si distingué et si plein de zèle nous fut enlevé le 2 octobre par les suites d'une fièvre typhoïde. Ce fut une perte cruelle pour la mission. Le gouvernement équatorien saisit cette occasion pour nous témoigner des sympathies dont nous devons lui être très reconnaissants. La mort de ce géodésien, qui nous avait déjà en peu de temps rendu de si grands services, et qui a péri victime de son dévouement à la Science, a excité dans l'armée et dans le monde savant des regrets unanimes, auxquels l'Académie a déjà tenu à s'associer en lui décernant un de ses prix.

Peu de temps après, le capitaine Lallemand, qui était attaché à la mission depuis le début des travaux, sentant sa santé s'altérer, fut obligé de demander son rappel. On envoya pour les remplacer M. le commandant de Fonlongue, qui prit le commandement, et M. le capitaine Durand. D'un autre côté, M. le capitaine Noirel, chargé des observations pendulaires, débarqua à Guayaquil, le 29 mai 1905.

(1) Rapport lu à la séance du 22 juillet 1907.

Opérations géodésiques. — Les dernières stations ont été faites d'abord par MM. Peyronel et Lallemand; ce dernier officier, obligé de demander son rappel, dut être remplacé par M. Perrier, puis par M. Durand.

Les obstacles qui avaient tant retardé les opérations dans le Nord ne se sont plus représentés dans la même mesure. Il n'y a plus eu de destruction de signaux. Les brouillards ont été encore gênants tant qu'on a été dans les montagnes; mais, en arrivant dans la plaine, on a trouvé un climat tout différent; on en a profité pour augmenter les dimensions des triangles, ce qui a accéléré la marche des travaux. En revanche, le vent soulevait des tourbillons de sable qui rendaient les observations impossibles pendant une grande partie de la journée. Comme l'atmosphère était au contraire remarquablement limpide pendant la nuit, on a fait venir des appareils de télégraphie optique, et les opérations purent alors être poursuivies sans difficulté spéciale.

Signalons la variation brusque d'altitude subie par la chaîne au moment du passage du territoire équatorien sur le territoire péruvien. Un des triangles a un sommet à 3100^m, un à 2400^m et un à 400^m; le triangle suivant, qui a ces deux derniers sommets communs avec le précédent, a son troisième sommet à 450^m. Il y aura lieu de tenir compte de cette circonstance lors du calcul définitif. Ajoutons que la latitude a été prise en chacune de ces stations, ce qui permettra de se rendre compte de la déviation de la verticale.

Base de Payta. — Le commandant de Fonlongue, après s'être rendu à Lima pour présenter ses devoirs aux membres du gouvernement péruvien, a débarqué à Payta et a exécuté les opérations géodésiques dans les diverses stations du rattachement de la base du Sud. Il a ensuite dirigé la mesure de cette base. Cette mesure a été grandement facilitée par le nombre considérable d'auxiliaires, tant civils que militaires, mis gracieusement à la disposition de nos missionnaires par le gouvernement péruvien.

La base a été partagée en deux segments; le segment Est a été mesuré deux fois et le segment Ouest une fois à la règle monométallique invar. On a procédé également à des mesures avec trois fils Jädderin en métal invar. Chacun des segments a été mesuré deux fois avec chacun des trois fils. Ces diverses mesures ont présenté de faibles discordances dont la discussion n'est pas encore terminée. Cette discussion, sur laquelle nous reviendrons dans un rapport ultérieur, nous renseignera sans aucun doute sur les précautions que l'on doit prendre dans l'emploi des fils Jädderin si l'on veut arriver à une haute précision. Elles ne doivent pas en tous cas nous

inquiéter en ce qui concerne le résultat final, puisque, d'une part, elles sont de l'ordre de grandeur de l'erreur à laquelle on doit s'attendre dans la comparaison d'une base mesurée à une base calculée et que, d'autre part, les deux segments ont été mesurés à la règle qui présente toutes les garanties désirables.

La base Sud se trouvant à proximité de la mer, on a exécuté un nivellement de précision (aller et retour), entre le terme Ouest de la base et l'appontement de Payta où était installé un médimarémètre et entre ce dernier point et l'Observatoire de la station astronomique.

Signalons la différence entre les trois bases, celles du Nord et du Centre étant à 2800^{m} au-dessus de la mer, et celle du Sud presque au niveau de la mer.

Longitudes. — Il restait à effectuer deux différences de longitude pour rattacher Payta et Machala à Cuenca; l'état des lignes télégraphiques n'a pas permis de fermer le triangle.

Observations de pendule. — Les observations pendulaires ont été dirigées par M. le Capitaine Noirel, qui dut momentanément les interrompre quand il lui fallut remplacer le Commandant Massenet, malade à la station astronomique de Cuenca; les troubles politiques qui agitèrent un moment la république équatorienne gênèrent également ses travaux; il put néanmoins faire cinq stations judicieusement choisies et suffisantes par conséquent pour nous donner une idée de la façon dont varie la gravité dans les différentes zones de la Cordillère.

Résumé. — L'ensemble des travaux comprend :

74 stations géodésiques.

3 bases.

8 différences de longitude, reliant entre elles les stations de Tulcan, Piullar, Quito, Latacunga, Riobamba, Cuenca, Machala et Payta; les cinq premières stations sont régulièrement espacées sur le tronçon Nord; la sixième au milieu du tronçon Sud; la septième à la même hauteur et sur le bord de la mer; la dernière à l'extrémité du tronçon Sud et au bord de la mer.

La comparaison des différences de longitude géodésique et astronomique entre les stations de Machala et Payta, d'une part, et celle de Cuenca, d'autre part, nous renseignera sur le relèvement du géoïde dans le sens EW, puisque les deux premières stations sont au bord du Pacifique et la troisième dans la région interandine.

6 azimuts, à Tulcan, Piullar, Quito, Riobamba, Cuenca, Payta.

64 déterminations de latitude, dont 10 au cercle méridien par distances zénithales méridiennes, 44 au théodolite à microscopes par distances zénithales circumméridiennes, 10 à l'astrolabe à prisme.

Les seules stations géodésiques où la latitude n'ait pas été déterminée sont dans la partie moyenne de l'arc entre Quito et Riobamba.

48 stations magnétiques réparties sur toute la longueur de la chaîne.

6 stations de pendule. Après la détermination faite par M. Bourgeois à Riobamba, cette partie des travaux avait été laissée de côté; elle a pu être reprise dans la dernière année des opérations, grâce à l'arrivée de M. Noirel. Les stations ne sont pas nombreuses; elles sont situées dans la partie moyenne de la chaîne entre les latitudes o et — 3; mais elles sont d'ailleurs très heureusement choisies, en ce sens qu'elles sont réparties de façon à nous donner une coupe transversale complète de la Cordillère.

L'une, celle de Machala, est au bord de la mer, en un point où il y a eu une détermination de longitude; vient ensuite Bucay, au pied de la Cordillère W, puis Chimborazo, à l'altitude de 4150^m dans la Cordillère W (pour cette dernière la correction topographique devra être faite avec soin).

On a deux stations dans la région interandine à Riobamba et à Quito, et enfin, on a une sixième station à Baños, à l'altitude de 1800^m dans la plaine de l'Amazone, de l'autre côté de la Cordillère E.

2 lignes de nivellement de précision, allant l'une de la base de Riobamba à Guayaquil et de là au médimarémètre de Salinas sur la côte du Pacifique, et l'autre de la base du Sud au médimarémètre de Payta. L'ensemble de ces deux lignes comprend plus de 410^{km}.

Enfin, M. le Dr Rivet qui, tout en dirigeant le service de santé de la Mission et en prenant personnellement part aux opérations géodésiques proprement dites, s'était occupé d'étudier le pays au point de vue de l'histoire naturelle, a rapporté d'importantes collections que nous avons pu admirer au Muséum où elles ont été récemment exposées. Ces collections présentent le plus grand intérêt, non seulement pour la Botanique et la Zoologie, mais surtout pour l'Anthropologie et l'Ethnographie.

Calcul provisoire. — Le calcul provisoire est dès aujourd'hui assez avancé pour qu'on soit assuré de la valeur des observations. La fermeture des triangles et la concordance des bases calculées et mesurées semblent devoir être comparables à ce qu'elles sont dans la revision de la méridienne de France. Nous reviendrons, dans un Rapport ultérieur, sur le résultat de ce calcul provisoire lorsqu'il sera terminé.

Publication. — Le Service géographique de l'Armée est en mesure

d'assurer le calcul provisoire et définitif des observations. Mais la publication des résultats nécessitera certaines dépenses, et il n'est pas douteux que les Pouvoirs publics ne nous fournissent les moyens de les couvrir. Cette publication sera divisée en deux parties, qui entraîneront des frais à peu près égaux : la première partie comprendra les résultats des observations géodésiques, astronomiques et magnétiques, et la seconde partie ceux des recherches biologiques. Les personnes qui ont visité les belles collections exposées au Muséum ne s'étonneront pas du développement attribué à cette seconde partie. Les espèces nouvelles, surtout pour les insectes, sont nombreuses et devront être reproduites par des planches, souvent coloriées. L'ensemble des résultats est d'un haut intérêt et fait le plus grand honneur à la Science française et au Corps de santé de l'Armée.

En constatant ici l'heureuse issue de l'expédition, nous croyons devoir rendre hommage au dévouement, au courage et à l'endurance des officiers, sous-officiers et soldats français qui l'ont menée à bien sous un climat pénible et dans les circonstances difficiles exposées dans nos précédents Rapports, ainsi qu'à l'habileté et à la science des opérateurs qui ont accompli une œuvre scientifique de premier ordre. Nous devons remercier les Gouvernements équatorien et péruvien de l'appui pécuniaire et moral qu'ils nous ont prêté et de la bonne volonté qu'ils n'ont cessé de nous témoigner. Signalons également le zèle des officiers équatoriens et péruviens qui ont été pour nous des collaborateurs très utiles. Qu'il nous soit permis en terminant de rappeler le rôle de notre confrère, le prince Roland Bonaparte, et de dire combien sa généreuse initiative a facilité le succès final de l'entreprise. Mais notre reconnaissance va surtout au Parlement français, qui a compris l'importance de cette œuvre au double point de vue scientifique et patriotique, et qui ne nous a jamais marchandé les crédits nécessaires, bien que, par suite de difficultés inattendues, les prévisions primitives aient été notablement dépassées.

CORRESPONDANCE.

La **Société royale des Sciences de Göttingue** adresse des remercîments à l'Académie pour l'envoi de la plaquette commémorative de la première réunion de l'Association internationale des Académies.

PHOTOCHIMIE. — *Sur la loi de la vitesse d'hémolyse des hématies sous l'action de la lumière, de la chaleur et de quelques corps hémolytiques.* Note [1] de MM. **Georges Dreyer** et **Olav Hanssen**, présentée par M. G. Lippmann.

Dans un travail antérieur [2] nous avons montré que l'affaiblissement de glycosides, d'enzymes, etc. au moyen de l'éclairage s'exprime par la formule de la réaction monomoléculaire. Salomonsen et Dreyer, de leur côté, ont montré qu'il en est de même de la dissolution des hématies après un traitement de radium. Aujourd'hui nous soumettons les résultats de nos recherches sur l'action de la lumière, de la chaleur et de quelques corps hémolytiques sur les hématies.

Busck a démontré que l'éclairage intense a un effet hémolytique. Cet auteur, cependant, n'indique pas la manière dont se passe la dissolution. Il en est de même de Saccharoff, de Sachs et de Pfeiffer qui, le premier, a montré l'action hémolytique des corps *photodynamiques* (Tappeiner) sous l'influence de la lumière.

Quant à l'influence de la chaleur sur les hématies, Max Schultze a fait, à ce sujet, un travail fondamental.

Suivant Henri, la dissolution d'hématies de poule au moyen du sérum de chien s'exprime par la formule de la réaction monomoléculaire.

A nos expériences, la source de lumière était une lampe de Bang munie d'électrodes d'argent réfrigérées d'eau. L'éclairage, le chauffage, etc. se sont faits dans l'hémocytomètre de Zeis-Thomas. Aux expériences de lumière on s'est servi d'une lamelle de quartz. On a chauffé au bain-marie à la température indiquée. Pour les détails de la technique, nous renvoyons au travail de Salomonsen et Dreyer.

Voici le résultat de nos recherches :

1° Les rayons ultra-violets, retenus par le verre, ont le pouvoir de dissoudre les hématies. Celles-ci se laissent aussi *sensibiliser* (Dreyer) aux rayons verts jaunes.

2° La destruction se fait d'une manière caractéristique : les hématies se gonflent, perdant, peu à peu, leur matière colorante. Elles finissent par

(1) Présentée dans la séance du 22 juillet 1907.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907.

s'évanouir comme des ombres. Nous n'avons jamais observé les changements caractéristiques décrits par Max Schultze pour la chaleur.

3° Un temps d'induction plus ou moins long suivant l'intensité de l'éclairage ou du chauffage se passera avant d'arriver au maximum de l'effet hémolytique.

4° La décroissance des hématies, après le traitement par la lumière ou par la chaleur, se fait de manière à pouvoir s'exprimer par la formule monomoléculaire $\frac{dx}{dt} = k(a - x)$, ainsi qu'on verra aux Tableaux ci-joints.

Quant aux effets hémolytiques de la mégathériolysine, de la saponine et de H Cl, nous avons trouvé que, dans certaines limites, le cours de l'hémolyse pourra s'exprimer par la même formule.

Remarquons cependant que, là aussi, un certain temps, qui dépendra de la concentration de la substance hémolytique, se passera avant qu'on ait atteint le maximum d'effet, de même que, vers la fin, lorsqu'il ne reste plus qu'un petit nombre d'hématies, les valeurs calculées, généralement, sont plus grandes qu'elles ne seraient suivant le calcul. Ce fait se manifeste surtout dans les expériences où les quantités de corps hémolytiques sont petites.

Hématies humaines délayées dans une solution de 0,85 pour 100 *de* Na Cl.
1 *minute d'éclairage à travers une lamelle de quartz.*

Temps d'induction : 16 minutes.

t.	Nombre d'hématies observé. $(a - x)$	Nombre d'hématies calculé. $(a - x)$
0	98	98
2	87	86
4	75	75
6	67	66
8	60	57
12	44	44
16	35	34
22	22	23
26	17	17
36	9	9
40	7	7
44	5	5
48	4	4

$k = 0,029$.

Hématies humaines délayées dans une solution de 0,85 pour 100 *de* NaCl *en ajoutant de l'éosine* 1 *à* 10000. 30 *minutes d'éclairage à travers un filtre de verre épais de* 0^{cm},40, *contenant une solution de chromate neutre de potasse de* 5 pour 100.

Temps d'induction : 12 minutes.

t.	Nombre d'hématies observé. ($a-x$).	Nombre d'hématies calculé. ($a-x$).
0	32	31
2	18	18
4	14	14
6	11	11
8	8	8
10	6	6
14	3	4
18	2	2
24	1	1

$k = 0,0584$.

Hématies humaines délayées dans une solution de 0,85 pour 100 *de* Na Cl. *Bain-marie de* 60° *pendant* 1 *minute.*

Temps d'induction : 8 minutes.

t.	Nombre d'hématies observé. ($a-x$).	Nombre d'hématies calculé. ($a-x$).
0	49	48
2	34	34
4	25	24
6	17	17
8	10	12
10	8	9
12	7	6
14	4	4
16	3	3
20	1	1 (1,5)

$k = 0,0752$.

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de combustion et de formation du phosphure gazeux d'hydrogène.* Note de M. P. LEMOULT.

Bien que le phosphure gazeux d'hydrogène soit un composé essentiellement combustible, on n'a pas encore déterminé directement la quantité de chaleur qu'il dégage en brûlant totalement.

M. J. Ogier, qui s'est occupé de l'étude thermique des hydrures de phosphore (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XX, 1880, p. 9), a renoncé à déterminer cette chaleur de combustion au moyen de la *chambre calorimétrique*, en raison des incertitudes que comporte l'emploi de cette méthode, spécialement en ce qui concerne l'état final de la réaction. Mais il a tourné la difficulté en étudiant dans une enceinte calorimétrique l'oxydation de PH^3 par le brome sous une couche d'eau; cette réaction comporte quelques contrôles précieux et elle dégage $+509^{Cal},2$, moyenne de cinq expériences oscillant entre $503^{Cal},8$ et $518^{Cal},4$, soit une précision de $\frac{3}{200}$ environ que l'auteur considère comme *difficile à dépasser dans une réaction aussi complexe*. La chaleur de formation qu'on déduit de ces données a été évaluée à $+11^{Cal},6$; mais cette valeur a été ramenée par M. Berthelot à $+4^{Cal},9$ (*Thermochimie : Données et lois numériques*, t. I, 1897, p. 73) et il convient de la ramener, d'après les mesures récentes de M. Giran pour la combustion du phosphore blanc, à $+2^{Cal},2$ (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXX, 1903, p. 214). On en déduit alors, pour la chaleur de combustion, la valeur $302^{Cal},3$ et, l'erreur admise par M. Ogier se reportant intégralement sur les valeurs ainsi déduites de proche en proche, la chaleur de formation oscille entre $-1^{Cal},5$ et $+5^{Cal},9$, la chaleur de combustion entre $298^{Cal},6$ et 306^{Cal}.

Au début de la série d'études thermochimiques que j'ai entreprises sur les composés phosphorés, il m'a paru utile de reprendre la mesure directe de la chaleur de combustion de PH^3 avec l'espoir d'une meilleure approximation. La méthode de la bombe calorimétrique donne ici, en effet, toutes les garanties désirables au point de vue de l'intégrité de la combustion, de la connaissance de l'état final et de l'évaluation du gaz mis en œuvre, soit par mesure directe, soit par mesure des acides phosphoriques formés.

Le gaz est préparé par l'action de l'eau froide sur le phosphure d'aluminium pulvérisé (procédé Matignon, voir *Chimie* de M. Moissan) et, comme il contient souvent un

peu d'hydrogène, on le purifie par le procédé classique de M. Riban; le phosphure employé contenait :

Échantillon I......	PH^3: 96,7 pour 100	H : 0,25 pour 100	Air : 3,25 pour 100
» II.....	PH^3: 98,07 pour 100	H : 0,00 pour 100	Air : 1,93 pour 100

il a naturellement été tenu compte de l'hydrogène au cours de la combustion de I.

Ce gaz saturé de vapeur d'eau est mesuré à une température et sous une pression connues dans une fiole jaugée, puis il est introduit dans la bombe calorimétrique préalablement vidée à la trompe et munie de quelques grammes d'eau; le volume est d'environ 200^{cm^3} à 300^{cm^3}. On comprime alors lentement dans la bombe calorimétrique de l'oxygène en léger excès; avec quelques précautions, on évite toute perte de gaz au cours de ce remplissage.

La combustion se fait avec une extrême régularité; elle est accompagnée d'une détonation sourde et le phénomène thermique dure de 4 à 5 minutes; au début, dans la crainte d'attaquer le revêtement de platine, j'employais l'obus Mahler, puis, vérification faite, je me suis servi de la bombe Berthelot. La condensation des produits phosphorés est parfaite; aucune trace n'échappe lors de la vidange des gaz et l'eau de lavage ne contient que de l'acide nitrique et des acides phosphoriques; on évalue son titre acide et il faut alors tenir compte de l'acide ortho et de l'acide méta dont l'existence est facile à montrer par la méthode de MM. Berthelot et André (*Ann. Chim. et Phys.*, 7e série, t. XI, p. 785). A cet effet, on dose l'acide ortho actuellement présent, puis sur une autre portion l'acide ortho total après évaporation au bain-marie en présence d'acide nitrique; on évalue par cela même la quantité du phosphure soumis à l'expérience et on la compare au volume gazeux introduit.

Voici à titre d'exemple les observations relatives à une des expériences. Échantillon II : 293^{cm^3} de gaz contenant 98,07 pour 100 de PH^3, saturé d'eau à 16° et 754^{mm}, soit $264^{cm^3},44$ de PH^3 sec à 0° et 760^{mm}, brûlent en présence de $0^g,015$ de coton-poudre et donnent une élévation de température de 1°,5580. L'eau de lavage formant 300^{cm^3} est divisée en trois parties égales; 100^{cm^3} saturent $8^{cm^3},3$ KOH normale; 100^{cm^3} donnent comme acide orthophosphorique actuellement présent : $0^g,4315$ de pyrophosphate de magnésium; 100^{cm^3} donnent en acide ortho total : $0^g,4390$ de pyrophosphate. Il en résulte que l'acide nitrique correspond à la saturation de 28^{cm^3} KOH $\frac{N}{20}$ et que le phosphure mis en œuvre a fourni : $1^g,317$ de pyrophosphate, alors que la quantité calculée d'après le volume du gaz est : $1^g,315$ (bombe Berthelot).

En raison des garanties que présente le dosage de l'acide orthophosphorique total pour l'évaluation de la quantité de phosphure gazeux brûlé, j'ai rapporté les résultats thermiques au gramme de pyrophosphate magnésien. Deux expériences préliminaires qui m'avaient donné $2814^{cal},63$ et $2770^{cal},89$, moyenne $2792^{cal},76$, ont été rejetées comme n'étant pas assez concordantes.

Trois autres m'ont donné :

Gaz I. Obus Mahler......	$\Delta\theta = 1^{\circ},530$	$2792^{cal},71$	par gr. de pyrophosphate formé
Gaz II. Bombe Berthelot..	$\Delta\theta = 1,558$	2801,38	»
	$\Delta\theta = 1,0487$	2783,80	»
	Moyenne........	2792,63	

ce qui correspond pour la chaleur de combustion moléculaire à

310^{Cal} à volume constant, $311^{Cal},2$ à pression constante

et à

$$\text{P bl. sol.} + H^3_{gaz} = PH^3_{gaz} \ldots\ldots \quad -5^{Cal},8.$$

Cette valeur, déterminée avec une approximation de $\frac{1}{250}$ environ, concorde tout à fait avec la faible stabilité du gaz PH^3. A ce sujet, j'ajouterai que j'ai observé la décomposition spontanée d'un échantillon de ce gaz, enfermé dans la bombe, en y envoyant brusquement un jet d'oxygène comprimé à environ 20^{atm} : il s'est formé de l'hydrogène, un peu de phosphore blanc et un abondant enduit rouge brique qui tapissait, sans les détériorer, les parois de l'instrument.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le siliciure de platine* Si Pt *et sur un siliciure double de platine et de cuivre.* Note de M. **Em. Vigouroux.**

Je demande la permission de faire observer que la formule Si Pt du siliciure de platine, que viennent de publier MM. Lebeau et A. Novitzky (¹), avait figuré déjà dans un périodique scientifique de Bordeaux (²).

La détermination d'une limite supérieure de siliciuration est chose aisée, pour tout alliage binaire contenant du silicium libre : on traite par une solution de potasse ; la substance abandonnée constitue le corps persiliciuré. Ce procédé fort simple, que nous avons été des premiers à mettre en œuvre, avait été appliqué à deux préparations effectuées en chauffant, au four Schlœsing, une demi-heure environ, deux mélanges différents, respective-

(¹) Lebeau et A. Novitzky, *Sur un nouveau siliciure de platine* (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 241).

(²) Voir les *Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques de Bordeaux* du 11 juillet dernier.

ment dans des nacelles en magnésie contenues à l'intérieur de tubes en porcelaine parcourus par de l'hydrogène.

Pour la première, on prenait 10g,5 de silicium et 24g de platine du chloroplatinate d'ammoniaque; pour la seconde, on ajoutait 10g de silicium à 15g,5 de l'alliage précédent. Dans les deux cas, on formait deux culots fondus présentant chacun un poids inférieur de quelques grammes à celui de leurs mélanges respectifs et renfermant, le premier, 14 pour 100 de silicium libre et, le second, 48 pour 100. Après traitements par la potasse, les siliciures ne s'isolaient qu'en les dépouillant d'une couche de silice par l'acide fluorhydrique étendu. Les deux corps, attaqués par l'eau régale, la silice insolubilisée et le chlorure de platine de la reprise transformé par l'hydrogène sulfuré en sulfure calciné révélaient la formule Si Pt.

Notre cahier de laboratoire nous met en mesure de répondre à certaines questions non élucidées par les deux auteurs précédents.

L'*aluminium* (15g), chauffé avec ce siliciure de platine (4g,5), fournit un culot à aspect d'aluminium qui, épuisé par une solution chlorhydrique à 10 pour 100 capable de lui enlever la totalité de ce dernier métal, abandonne un résidu dans lequel 91,20 pour 100 du silicium contenu dans le siliciure de platine sont devenus libres. Après les avoir enlevés par une solution ménagée de potasse, l'attaque par l'eau régale du nouveau résidu n'y révèle plus qu'environ 1,5 pour 100 de silicium combiné, le reste étant constitué par du platine.

Le *cuivre* (10g), réagissant sur ce même siliciure (1g), produit un lingot à aspect de cuivre que l'acide azotique à 10 pour 100 attaque vivement avec dépôt d'un résidu brun noir renfermant, avec des traces de silicium combiné, 99,48 pour 100 de platine.

Le *siliciure défini* $SiCu^4$ (12g), mis en action sur Si Pt (3g environ), engendre également un culot gris clair, très cassant, mal attaqué par l'acide azotique à 50 pour 100, qui ne lui enlève que de très faibles traces de cuivre et même par l'eau régale ordinaire.

L'eau régale fluorhydrique, qui le dissout en totalité, y décèle environ : platine : 20,60 pour 100; cuivre : 67,20 pour 100; silicium par différence : 12,20 pour 100.

Enfin le même siliciure $SiCu^4$ (30g) fondu avec du platine (10g) forme un culot gris blanc, assez dur, qui, pulvérisé, se laisse attaquer par la solution d'acide azotique à 5 pour 100, surtout à chaud, en mettant en évidence un résidu pulvérulent noirâtre, complètement inattaquable par le même réactif, et constitué par deux substances : la première assez légère s'élimine par lévigation; la seconde gris clair, beaucoup plus dense, entièrement soluble dans l'eau régale et dont l'analyse amène les chiffres de la formule $SiCu^2Pt$.

En résumé, rappelant notre priorité sur ce point, nous dirons que le siliciure de platine, correspondant à la formule Si Pt, se forme par union directe, *à condition qu'il y ait excès de silicium;* l'aluminium tend à le

dissocier, le cuivre à lui prendre son silicium; enfin le siliciure de cuivre paraît se comporter comme un agent de combinaison soit avec ce platine silicié, soit avec le platine libre.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'emploi de matières étrangères modifiant les formes d'un cristal en voie d'accroissement pour déterminer la symétrie cristalline.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

Marignac (¹) et M. von Lang (²) ont attribué la symétrie rhombique aux cristaux de nitrate d'urée qui, obtenus de l'eau pure, se présentent généralement en lames aplaties suivant la face de clivage choisie pour base du prisme orthorhombique : cette face est perpendiculaire à la bissectrice aiguë. D'après ces savants, les cristaux sont limités par les faces $p(001)$, très développée, $h^1(100)$, $e^1(011)$ et $b^{\frac{1}{2}}(111)$. En outre, M. von Lang a décrit deux autres types de cristaux montrant, mais d'une manière différente, la moitié seulement des faces $b^{\frac{1}{2}}$ et e^1. Dans le premier, les cristaux possèdent la symétrie monoclinique : les deux faces adjacentes $b^{\frac{1}{2}}$, placées en haut du cristal à l'une des extrémités de l'axe b du prisme orthorhombique, et les deux faces qui leur sont parallèles et situées par conséquent du côté opposé persistent; il reste par exemple $(111)(\bar{1}11)(1\bar{1}\bar{1})(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$. Dans le second type, $b^{\frac{1}{2}}$ et e^1 n'existent qu'à une extrémité de l'axe vertical, de telle sorte que le cristal présente encore la symétrie rhombique, mais est hémimorphe. Cette sorte de polymorphisme des cristaux décrits par M. von Lang était singulière, aussi ai-je repris l'étude de cette question en mettant à profit la faculté que possède le nitrate d'urée d'absorber certaines matières colorantes en dissolution dans l'eau mère, matières qui, en modifiant le développement des faces dominantes ainsi que l'allongement des cristaux, fournissent ainsi parfois d'excellents procédés d'investigation pour déterminer la véritable symétrie du cristal, dans le cas où celle-ci est masquée par des macles ne pouvant être mises en évidence par les propriétés optiques.

(¹) Marignac, *Recherches sur les formes cristallines*. Genève, 1855.

(²) Lang, *Wien. Akad. Ber.*, t. XLV, 1862, p. 118.

Alors que les cristaux de nitrate d'urée cristallisant d'une eau mère pure sont très aplatis suivant la face de clivage, au point qu'il est assez délicat de déterminer les formes latérales, ceux qui sont obtenus d'une solution contenant du bleu de méthylène sont très allongés suivant une arête $b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$ (notation rhombique) et présentent la forme monoclinique du type de M. von Lang, de telle sorte qu'on est, au premier abord, tenté d'admettre que la présence du bleu de méthylène dans le cristal change le système cristallin de ce sel.

Les acides picrique et picramique, quand ils sont en quantité notable dans la solution, donnent aussi aux cristaux la symétrie monoclinique, mais les faces $b^{\frac{1}{2}}$ font défaut; h^1 et e^1 existent seules, de telle sorte que le cristal a la forme d'un prisme monoclinique à base rectangle. Dans un mélange de bleu de méthylène et d'acide picrique ou d'acide picramique les cristaux présentent des formes intermédiaires entre celles qui sont obtenues avec chacune de ces substances agissant séparément, c'est-à-dire $b^{\frac{1}{2}}$, e^1, h^1.

Ces cristaux colorés, étant monocliniques, peuvent être notés de la manière suivante : la face de clivage conserve sa notation et $b^{\frac{1}{2}}(111)$, $e^1(011)$, $h^1(100)$ de Marignac et de M. von Lang deviennent respectivement $m(110)$, $h^1(100)$, $g^1(010)$ et, en prenant pour $a^1(\bar{1}01)$ une face perpendiculaire au plan de clivage et qui est, comme on va le voir, un plan de macle, on obtient les paramètres

$$a : b : c = 1,1556 : 1 : 2,071 \qquad \beta = 56^\circ 5'.$$

Les cristaux de nitrate d'urée ayant absorbé des matières colorantes sont en général simples; mais, par suite de leur allongement suivant l'axe vertical, la macle avec plan d'association suivant la face p et rotation de 180° de l'un des individus autour d'un axe perpendiculaire à cette face est très facile à constater; souvent, par suite de la pénétration des deux cristaux simples, l'ensemble prend la forme d'une croix dont les branches font un angle égal à $180^\circ - 2\beta$. Une eau mère contenant du bleu de méthylène et de l'acide picrique ou picramique laisse déposer sur une lame de verre beaucoup de cristaux ainsi maclés et reposant suivant la face g^1. Il y a extinction simultanée des deux individus.

Il existe encore une autre macle. Deux cristaux s'associent suivant une face perpendiculaire à $p(001)$ et l'un des cristaux tourne de 180° autour d'un axe perpendiculaire à cette face, à laquelle j'ai attribué la notation $a^1(\bar{1}01)$. L'ensemble correspond au second type des cristaux étudiés par

M. von Lang, sa symétrie est orthorhombique et hémimorphe. Par pénétration, les deux cristaux peuvent former un cristal complexe, dont la symétrie est rhombique et ce sont ces groupements qui ont été pris pour des cristaux rhombiques. Cette macle est identique à celle de la christianite; mais, par suite de la position particulière de l'ellipsoïde optique du sel, elle n'est pas révélée par les propriétés optiques. Pour la mettre en évidence, j'ai employé l'artifice suivant :

Sur une lame de clivage de nitrate d'urée, j'ai déposé une goutte d'eau mère, colorée par un des corps mentionnés plus haut. Il se produit par évaporation lente des cristaux s'orientant sur la lame de clivage et constitués par de petits prismes disposés obliquement. Dans le cas où cette dernière appartient à un seul cristal, tous ces petits prismes sont orientés de la même manière; mais, si elle est formée par deux cristaux maclés, une partie des premiers a une orientation symétrique des autres par rapport au plan de macle [1].

En résumé, le nitrate d'urée est monoclinique et c'est par une association suivant un plan perpendiculaire à la base, que l'on a des groupements à symétrie rhombique. Cette macle présente le fait curieux de ne pas être mise en évidence par les propriétés optiques.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *A propos de deux Notes de M.* Gerber *sur la présure des Crucifères et la présure des Rubiacées.* Note de M. **M. Javillier**, présentée par M. Roux.

Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* (séance du 1er juillet 1907) M. Gerber écrit : « Bien que d'assez nombreux travaux aient été publiés sur les végétaux coagulant le lait, aucune étude d'ensemble n'a été faite, à notre connaissance, sur la présure végétale. » Peut-être me sera-t-il permis de rappeler ici qu'en dehors des Notes publiées sur ce sujet aux *Comptes rendus* de l'Académie [2] et au *Bulletin des Sciences pharmacologiques* [3], j'ai

(1) L'oxalate d'urée, étudié par Löschmidt, est monoclinique, et les cristaux se groupent suivant la face $a^{\frac{1}{2}}$ perpendiculaire à la bissectrice aiguë (plan des axes optiques dans g^1) de telle sorte que cette macle n'est pas révélée par les propriétés optiques, mais peut être mise en évidence, en dehors des observations cristallographiques, par un artifice identique à celui que j'ai utilisé pour le nitrate d'urée.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1373, et t. CXXXVI, 1903, p. 1013.

(3) *Bulletin des Sciences pharmacologiques*, t. V, 1902, p. 163, et t. VII, 1903, p. 153.

consacré aux présures végétales une étude d'ensemble sous forme d'une thèse [1] présentée à l'École de Pharmacie en 1904. Ce travail a évidemment échappé à M. Gerber et c'est le sort trop souvent réservé aux recherches dont le détail n'est consigné que dans des thèses.

Comme M. Gerber, et avant lui, j'ai recherché la présure dans un grand nombre d'espèces végétales (environ 140) et je l'ai caractérisée dans la plupart d'entre elles, appartenant aux familles les plus diverses, Graminées, Orchidées, Euphorbiacées, Crucifères, Légumineuses, Rosacées, Ombellifères, Asclépiadées, Composées, Champignons, Hyménomycètes, etc. J'ai fait l'étude de la présure de l'Ivraie, *Lolium perenne* L. et déterminé de manière précise les conditions et les variations d'activité de cette diastase. Cette présure, dans les conditions expérimentales où je me suis placé, a son optimum d'activité à 45°. La présure du Pastel, étudiée par M. Gerber, a son optimum à une température très haute, 85°; celle de la Garance, étudiée par le même auteur, a son optimum d'activité à 40°. Il n'y a pas lieu d'être surpris de ces divergences. Toutes les présures végétales ne sont pas identiques entre elles et l'étude que poursuit M. Gerber manifestera sans doute entre celles-ci d'autres différences intéressantes. Des faits du même ordre sont bien connus pour nombre d'autres ferments solubles : émulsine, tyrosinase, par exemple.

Peut-être aussi n'est-il pas inutile de faire remarquer qu'en comparant entre eux les sucs de différents végétaux au point de vue de leur action présurante, on est bien loin de comparer entre elles de simples solutions de présure mais en fait des liquides très complexes, dont l'acidité, la composition minérale diffèrent.

Or, est-il besoin de rappeler quelle influence exerce sur l'activité des diastases la composition du milieu? Il en est, les oxydases notamment et la présure elle-même, pour lesquelles des différences, même extraordinairement petites, dans le taux de l'acidité ou la composition minérale entraînent des différences d'action considérables. Il semble donc qu'il y ait lieu d'apporter quelque prudence dans des comparaisons de cette nature.

M. Gerber signale le fait que la présure du Pastel coagule le lait bouilli plus facilement que le lait cru. Il en serait de même pour la présure de la Garance, du moins aux températures supérieures à 40°. C'est un fait que je

[1] *Contribution à l'étude de la présure chez les végétaux* (*Th. Dipl. sup.*, Paris, 1904).

n'avais pas examiné, car, préoccupé surtout d'opérer dans de bonnes conditions d'asepsie, je me suis, dès le début, servi de lait stérilisé par chauffage dans la vapeur fluente à 100°. MM. Chodat et Rouge [1] ont, du reste, signalé le même fait à propos de la présure du Figuier et M. Briot [2] vient d'attribuer expérimentalement cette action à la présence d'une antiprésure dans le lait.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 juillet 1907.

Le Monde végétal, par Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; 230 figures dans le texte. Paris, Ernest Flammarion, 1907; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Note sur quelques végétaux tertiaires de la Catalogne, par P. Fliche. (Extr. du *Boletin de la Institució catalana d'Historia natural.*) S. l. n. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Ministère de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes. *Caisse des Recherches scientifiques :* 1° *Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en* 1906 *au moyen de la Caisse des Recherches scientifiques.* 2° Année 1906 : *Rapport annuel adressé au Président de la République française,* par M. Paul Dislère. Melun, Imprimerie administrative, 1907; 1 vol. et 1 fasc. in-8°. (Offert par M. le Président, au nom du Conseil d'administration de la Caisse des Recherches scientifiques.)

Exposition coloniale de Marseille, 1906. *Section internationale d'Océanographie, des pêches maritimes et des produits de la mer. Rapport général,* par M. Charles Bénard, avec la collaboration de MM. Darboux, Malo, Perez, Manley-Bendall, J. Perard; Préface de M. Jules Charles-Roux. Marseille, 1907; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. J. Charles-Roux.)

Mission scientifique pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg, entreprise en 1899-1901, *sous les auspices des Gouvernements russe et suédois. Mission russe.*

---

(1) *Centralbl. für Bakt.,* 2e série, t. XVI, mars 1906, p. 1.

(2) *Comptes rendus Soc. Biologie,* t. LXII, mai 1907, p. 972.

Tome I : *Géodésie.* — 3e section : A, *b. Mensuration de la base avec l'appareil de Jäderin,* par A. Wassiliew. B. *Réductions aux centres,* par Th. Wittram. C. *Réseau de la base,* par O. Backlund. — 4e section : B. *Détermination des attractions locales sur les points astronomiques du réseau principal des triangles,* par Ilmari Bonsdorff. — 5e section. *Intensité de la pesanteur,* par A. Hansky. Saint-Pétersbourg, imprimerie de l'Académie impériale des Sciences, 1904-1905; 5 fasc. in-4°. (Offert par l'Observatoire central Nicolas.)

L'Unita delle energie cosmiche, di Leonardo Ricciardi. Naples, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Ein neues Quadrantenelektrometer für dynamische Messungen, von H. Schultze. Berlin, 1907; 1 fasc. in-8°.

Trisezione dell'angolo eseguita in modo semplice colla riga e col compasso, per Ettore Penco. Milan, 1907; 1 fasc. in-12.

Di un fenomeno acustico della terra o dell'atmosfera, per Tito Alippi. Modène, 1907; 1 fasc. in-8°.

M. E. Rogovsky adresse neuf Opuscules sur diverses questions d'Astronomie et de Physique. 9 fasc. de divers formats.

Post's chemisch-technische Analyse. Handbuch der analytischen Untersuchungen zur Beaufsichtigung chemischer Betreibe, für Handel und Unterricht, dritter vermehrter und verbesserter Auflage, herausgegeb. v. Prof. Dr Bernhard Neumann; Bd. I, Heft 3; Bd. II, Heft 2. Brunswick, F. Vieweg et fils, 1907; 2 vol. in-8°. (Hommage de l'éditeur.)

Generalregister über die Jahrgänge 1902-1906 *der chemischen Centralblatts,* herausgegeb. v. der chemischen Gesellschaft, bearbeitet von Albert Hesse und Ignaz Bloch. Berlin, R. Friedländer et fils, 1907; 1 vol. in-8°.

The fauna of the Himalayan Muschelkalk, by Carl Diener, plates I to XVII. (*Memoirs of the geological Survey of India : Paleontologia indica.* 15e série, t. V, Memoir n° 2.) Calcutta, 1907; 1 vol. in-f°.

Il Postpliocene dell'Etna, per S. Scalia. (Extr. des *Atti dell'Accademia Gicenia di Scienze naturali in Catania,* 4e série, t. XX.) Catane, 1907; 1 fasc. in-4°.

Nova Acta Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ Germanicæ; t. LXXXII-LXXXVI. Halle, Ehrhardt Karras, 1904-1906; 5 vol. in-4°.

Leopoldina. Amtliches Organ der kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher; Hefte XL-XLII, 1904-1906. Halle, Ehrhardt Karras, 1904-1906; 3 fasc. in-4°.

Anales de la Facultad de Ciencias de Zaragoza; ano I, n° 1. Saragosse, 1907; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; t. LIX, part 1, january-march 1907. Philadelphie; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 juillet 1907.

Observatoire de Bordeaux. *Catalogue photographique du Ciel. Coordonnées rectilignes,* t. II, fasc. 2 : *Observations d'Eros.* Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-4°.

Comptes rendus des séances de la première réunion de la Commission permanente de l'Association internationale de Sismologie, réunie à Rome du 16 *au* 22 *octobre* 1906, rédigés par le Secrétaire général R. DE KÖVESLIGETHY. Budapest, Viktor Hornyánszky, [1907]; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Das Zentral-Nervensystem der Selachier als Grundlage für eine Phylogenie des Vertebratenhirns; von Prof. RUD. BURCKHARDT. Teil I. *Einleitung und Scymnus lichia;* mit 5 Tafeln, Nr. I-V und 64 Textfiguren. (*Nova Acta,* Abhandl. der Kaiserl. Leop.-Carol. deutschen Akademie der Naturforscher, Bd. LXXIII, Nr 2.) Halle, 1907; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier. Hommage de l'auteur.)

A short account of the russian hydrographical Survey, by J. DE SCHOKALSKY. (Extr. de *The geographical Journal,* juin 1907.) 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

De la méthode entoptique comme méthode de diagnostic, par E.-P. FORTIN. (Extr. des *Archives d'Ophtalmologie,* de juin 1907.) Paris, G. Steinheil, 1907; 1 fasc. in-8°.

Rôles de l'âme et du cerveau dans le sommeil magnétique, par R. DE LA VILLE DE RIGNÉ. Vichy, imp. Wallon frères, 1907; 1 fasc. in-8°.

Le Botaniste; 9e série, 1903-1906; 10e série, juillet 1907 : *L'origine du périthèce chez les Ascomycètes.* Poitiers, s. d.; 2 vol. in-8°. (Hommage de M. P.-A. Dangeard.)

Recherches sur les constituants des aciers trempés, effectuées au Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, à Paris, par P. BREUIL. (*Bull. de la Soc. de l'Industrie minérale,* 4e série, t. VI, 3e livr. de 1907.) Saint-Etienne, J. Thomas et Cie; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AOUT 1907,

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Alexandre Tchernychevsky** adresse un Mémoire intitulé : *Les choix. Combinaisons générales.*

(Renvoi à l'examen de M. P. Appell.)

CORRESPONDANCE.

Sur la demande adressée par le **Président du Touring Club de France**, en vue de l'inauguration du monument de *Chambrelent*, qui doit avoir lieu, le 11 septembre prochain, à Pierroton (Gironde), l'Académie délègue M. *Müntz* pour la représenter à cette cérémonie.

La **Société Royale de Saxe** adresse des remercîments à l'Académie pour l'envoi de la plaquette commémorative de la première réunion de l'Association internationale des Académies.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

23 Planches héliogravées de la Carte photographique du Ciel, adressées par M. *le Directeur de l'Observatoire astronomique de Tacubaya* (*Mexique*).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les courbes intégrales des équations différentielles.* Note (¹) de M. **Georges Rémoundos**, transmise par M. Jordan.

1. Si le point (x, y) se meut sur une courbe d'une façon continue, la dérivée $\frac{dy}{dx}$ n'obtient qu'une valeur unique aux points réguliers de la courbe, la succession des valeurs de la dérivée étant définie par le principe de la continuité. Nous avons en effet

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tang}\varphi,$$

φ étant l'angle bien connu, qui ne peut avoir que deux valeurs différentes de deux angles droits ayant la même tangente. L'existence de points singuliers de la courbe interrompant la continuité de la variation de l'angle φ ne nous empêche pas d'avoir la même conclusion.

Cette remarque si simple nous conduit à des résultats intéressants :

Envisageons d'abord l'équation différentielle

$$\frac{dy}{dx} = \mathrm{M}(x, y) \tag{1}$$

où $\mathrm{M}(x, y)$ désigne une fonction multiforme des coordonnées x et y, et appelons *courbes de permutation des branches de la fonction* $\mathrm{M}(x, y)$, les courbes fermées qui permutent les branches de $\mathrm{M}(x, y)$ par la *succession continue* des valeurs de la fonction $\mathrm{M}(x, y)$, lorsque le point (x, y) se meut sur la courbe. Nous connaissons bien de telles courbes dans le cas où la fonction $\mathrm{M}(x, y)$ est harmonique multiforme, sur lesquelles la permutation a lieu pour un point de départ quelconque.

Nous avons le théorème suivant :

Théorème. — *Aucune courbe intégrale ne saurait appartenir à l'ensemble* (E) *des courbes de permutation des branches de la fonction* $\mathrm{M}(x, y)$.

Les autres dérivées y'', y''', ... ayant aussi la propriété de ne prendre qu'une valeur unique sur les points réguliers d'une courbe et correspondant aussi à des points réguliers de ses développées de divers ordres, notre

(¹) Présentée dans la séance du 29 juillet 1907.

théorème s'étend, en général, à toute équation différentielle d'ordre quelconque de la forme

$$(2) \qquad H(x, y, y', y'', \ldots, y^{(\nu)}) = M(x, y),$$

où le premier membre désigne une fonction uniforme des variables $x, y, y', y'', \ldots, y^{(\nu)}$ et le second membre une fonction multiforme des coordonnées x et y.

Pour la même raison, notre théorème s'étend aussi aux équations différentielles exprimées par des coordonnées polaires de la forme

$$H\left(r, \frac{dr}{d\theta}, \frac{d^2 r}{d\theta^2}, \ldots, \frac{d^n r}{d\theta^n}\right) = M(r, \theta) \quad (^1).$$

Il faut seulement observer que, pour les équations différentielles d'ordre supérieur à *deux*, il faut supposer que les courbes de permutation des branches soient dépourvues de points singuliers qui nous ramènent au point de départ avec la nouvelle valeur de l'angle φ ou ω (angle de la tangente avec le rayon polaire), différente de la première de deux angles droits.

Notre théorème trouve des applications en Mécanique aux problèmes de la recherche des trajectoires, auxquelles donne lieu une force centrale, fonction uniforme ou multiforme de la position du mobile, puisque les équations classiques des forces centrales donnent alors la dérivée $\frac{dr}{d\theta}$ en fonction des r et θ, qui peut être multiforme de la position du mobile dans des cas étendus.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur des accidents constatés pendant la manipulation de l'oxygène comprimé et sur un dispositif permettant de les éviter.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. Vieille.

Depuis que les applications de l'oxygène comprimé à la soudure autogène, au coupage du fer et de l'acier et à la fabrication des pierres précieuses artificielles ont pris le développement qu'on sait, des accidents assez singuliers sont devenus relativement fréquents.

On sait que, pour extraire sous débit constant l'oxygène renfermé dans des bouteilles d'acier du commerce sous la pression initiale de 140^{atm}, on se sert d'un

(1) $M(r, \theta)$ désigne une fonction multiforme de la position du mobile.

détendeur, qu'on visse sur le robinet de ces bouteilles. Dans la généralité des détendeurs usuels, un canal de bronze de 12^{cm} à 15^{cm} de longueur et de 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre intérieur est obturé par une rondelle d'*ébonite* commandée par le mécanisme du détendeur de façon à s'appliquer plus ou moins sur l'extrémité du canal et à fournir ainsi un débit d'oxygène proportionné aux besoins.

Or il arrive parfois que, lors de l'ouverture brusque du robinet de la bouteille, une explosion se produit, accompagnée de flammes et provoquant la mise hors d'état du détendeur. Dans un des cas constatés, l'accident s'est même compliqué de façon inattendue, les gaz enflammés ayant mis le feu à la bouteille d'acier elle-même, qui a continué à brûler sous le jet d'oxygène qui venait la frapper.

On conçoit les craintes que ces accidents peuvent causer aux consommateurs et la nécessité de les conjurer. Il suffit heureusement de connaître leur cause pour que le remède apparaisse, remède très simple et d'une efficacité complète.

La cause, c'est évidemment la compression très rapide, lors de l'ouverture brusque du robinet, du gaz contenu dans le canal du détendeur, compression qui se traduit par une élévation possible très grande de la température au fond du cul-de-sac, donc au contact même de la rondelle d'ébonite.

C'est le phénomène classique du briquet à air, mais considérablement aggravé par le fait remarquable mis en lumière par MM. Berthelot et Vieille, et d'après lequel un véritable coup de bélier résulte de l'irruption brusque du gaz comprimé et provoque vers le fond du canal une élévation de pression pouvant atteindre au *quadruple* de la pression initiale.

Une autre cause possible d'aggravation du phénomène consiste dans l'ouverture et la fermeture plusieurs fois répétées du robinet sur un détendeur présentant des fuites légères; car, si la masse d'air remplissant le canal au moment d'une nouvelle ouverture du robinet est par exemple à la pression de 10^{atm}, elle développera par sa compression, avec une température encore très élevée, une *quantité de chaleur* bien plus considérable.

Le mal est nettement défini par ce qui précède. Il résulte de ce que la rondelle d'ébonite occupe le fond du cul-de-sac soumis à la compression, c'est-à-dire le point précis où doit se localiser l'élévation de température. Troublons si peu que ce soit cet état de choses; faisons par exemple en sorte que la rondelle n'occupe plus tout à fait le fond du cul-de-sac, et cela suffira pour supprimer toute crainte, étant données la masse infinitésimale des gaz échauffés et la probabilité déjà très faible des accidents actuels.

Le remède consiste donc à visser, aussi près que possible de l'extrémité du canal fermée par l'ébonite, un petit appendice creux dans lequel viendra se

produire la fin de la compression de l'air du canal, tandis que l'ébonite restera indemne. Cet appendice, qui devra largement communiquer avec le canal, pourra d'ailleurs être doté d'un rôle supplémentaire en servant à recevoir un manomètre destiné à indiquer la pression de l'oxygène restant dans la bouteille.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un appareil de démonstration dans lequel l'appendice préservateur, d'une capacité voisine de 1^{cm^3}, peut être à volonté remplacé par un bouchon métallique plein. Suivant que l'un ou l'autre est en place, l'ébonite vissée dans le bout du canal reste indemne ou prend feu à l'ouverture du robinet.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une génératrice destinée à la télégraphie sans fil.* Note de M. **P. Villard**, transmise par M. Violle.

Les étincelles oscillantes utilisées dans la télégraphie sans fil s'obtiennent soit avec la bobine de Ruhmkorff, soit au moyen d'un courant alternatif servant à charger un condensateur dont les décharges oscillantes agissent par induction sur une portion de l'antenne (excitation indirecte). La première source a toujours donné les meilleurs résultats, mais sa puissance est très limitée; la seconde a l'inconvénient de fournir une rapide succession d'étincelles (80 à 100 par seconde aux fréquences usuelles de 40 et 50) qui consomme inutilement de l'énergie; pour éviter l'emploi de fréquences trop basses (10 à 12) on a recours à la *raréfaction* de l'étincelle, phénomène dont M. Blondel a récemment donné la théorie complète et qui consiste en ce que l'étincelle n'éclate que toutes les dix alternances par exemple, ou moins souvent encore. Il suffit pour cela que le circuit de charge du condensateur soit en résonance avec la source : dans ces conditions, l'amplitude du voltage croît d'alternance en alternance et s'approche du régime de résonance jusqu'à ce que la décharge ait lieu. Le voltage descend alors à zéro et le régime variable recommence. L'énergie disponible dans une étincelle est ainsi notablement accrue, mais un réglage précis est nécessaire et la puissance dépensée pendant le régime préparatoire n'est pas négligeable.

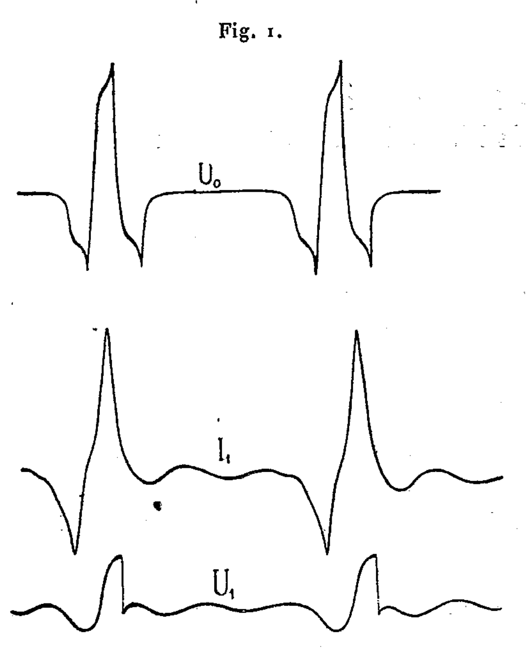
J'ai résolu le même problème en construisant une génératrice dont la courbe de tension est analogue à celle d'une bobine de Ruhmkorff et qui donne, sans résonance ni régime préparatoire, des décharges de *rareté* convenable et mécaniquement déterminée.

L'induit est fixe et porte seulement deux bobines, de faible étendue angulaire, diamétralement opposées. L'inducteur, qui tourne à l'intérieur de l'induit, présente quatre pôles alternés deux à deux très voisins, figurant à peu près la lettre H. Pendant près d'un demi-tour, ces pôles ne passent devant aucune bobine et le travail dépensé se réduit aux pertes dans les

tôles de l'induit. Toute la puissance est produite pendant une faible fraction de tour et dépasse alors beaucoup celle d'un alternateur ordinaire de même puissance moyenne, ce qui rend inutile l'artifice de la résonance.

Pendant la fraction de tour utile, un premier pôle inducteur arrive devant une bobine induite et y produit une force électromotrice ayant pour valeur maxima $+E$. La substitution du second pôle au premier produit une variation de flux double et une force électromotrice $-2E$; enfin, le départ du second pôle donne de nouveau $+E$, puis tout phénomène électrique cesse jusqu'au passage suivant de l'inducteur devant les bobines induites. La courbe de tension relevée à l'oscillographe Blondel (*fig.* 1, courbe U_0) est conforme à ces prévisions. On voit, en effet, que chaque

Fig. 1.



U_0 : tension à vide et courant sur résistance ohmique. I_1, U_1 : courant et tension sur transformateur chargeant un condensateur relié à un exploseur.

période se compose de trois alternances dont l'une a une amplitude double de celle des deux autres.

On réalise ainsi de rares périodes dont chacune a une fréquence propre élevée, très avantageuse pour la transformation, et, de plus, chaque période donne une étincelle seulement, toujours de même sens, tandis que le courant alternatif ordinaire en donnerait deux (une par alternance) [1].

---

[1] Cette dissymétrie, rappelant celle de la bobine de Ruhmkorff, permet d'utiliser facilement l'appareil pour la production des rayons X.

Pour la même raison, un arc ordinaire alimenté par cette machine redresse une

Si la machine alimente un transformateur relié à un condensateur, chaque impulsion produite par le passage de l'inducteur devant les bobines induites détermine la production d'un régime oscillatoire amorti, qui fait disparaître le palier de la courbe U_0 ; mais, si le condensateur se décharge sur un éclateur, ce régime cesse aussitôt et, la force électromotrice de la machine diminuant, d'autre part, très vite, le courant s'annule presque entièrement ainsi que la dépense d'énergie (courbes I_1 et U_1).

Il résulte des mesures faites à l'oscillographe que le voltage maximum est égal à trois fois le voltage efficace : c'est le double de ce que donne un courant alternatif ordinaire. On obtient d'ailleurs aisément des surtensions plus élevées ; ainsi en appliquant $50^{\text{volts}}_{\text{eff.}}$ aux bornes d'un transformateur ayant un rapport de transformation égal à 200, on a facilement 5^{cm} d'étincelle entre boules et, si le transformateur est relié à une antenne, on arrive à 10^{cm} et même 12^{cm}.

De nombreuses expériences ont été faites avec cette machine, soit au laboratoire soit sur le terrain ; à égalité de puissance motrice disponible les résultats ont été, surtout en excitation indirecte, très supérieurs à ceux que donne une bobine d'induction.

Je suis heureux de remercier à cette occasion M. le capitaine Ferrié de ses excellents conseils et de la complaisance inlassable avec laquelle il a bien voulu procéder à tous les essais supposés nécessaires. Je lui suis en particulier redevable d'une intéressante collection d'oscillogrammes dont j'ai extrait ceux qui figurent dans cette Note.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'optimum de phosphorescence.* Note de MM. **J. de Kowalski** et **C. Garnier**, présentée par M. Amagat.

Dans une Note récente M. L. Bruninghaus [1] croit avoir trouvé une contradiction entre les résultats de notre travail [2] sur la photoluminescence des sulfures de calcium samarifères et les siens. Nous croyons que cette contradiction n'est qu'apparente :

M. Bruninghaus s'occupe d'un phénomène différent du nôtre. Il observe

---

notable partie du courant qui le traverse et l'aspect des charbons est exactement le même qu'avec du courant continu (cratère positif et pointe négative).

[1] *Comptes rendus,* 13 mai 1907.

[2] *Comptes rendus,* 22 avril 1907.

la *cathodo-luminescence* pendant l'excitation, nous observons par contre la phosphorescence durable sous l'action de la lumière au moment où l'excitation par rayons ultra-violets a cessé d'agir. Comme un de nous l'a observé dans un travail récent ([1]) le mode d'excitation peut dans certains cas avoir une influence sur la position de l'optimum et nous voulons ici donner les résultats de quelques expériences qui confirment cette manière de voir.

Nous avons préparé une série de sulfures de calcium samarifères de la manière suivante : des portions de 1g de sulfure de calcium obtenu d'après la méthode de Visser ([2]) ont été mélangées chacune avec 0g,08 de sulfate de sodium anhydre ainsi qu'avec les quantités voulues de samarium (nitrate de samarium de Drossbach contenant de petites quantités d'europium). Les quantités de samarium contenues dans ces différents sulfures, exprimées en nombre d'atomes de samarium par nombre d'atomes du calcium, étaient les suivantes :

$$\frac{1}{27000}, \quad \frac{1}{9000}, \quad \frac{1}{3000}, \quad \frac{1}{1500}, \quad \frac{1}{750}, \quad \frac{1}{400}, \quad \frac{1}{125}.$$

En excitant ces sulfures au moyen des rayons ultra-violets produits par une lampe en quartz à arc à mercure, nous avons obtenu, au moment de la suppression de l'excitation, un optimum de phosphorescence pour environ 1^{at} de samarium par 3000^{at} de calcium. En excitant la même série de sulfures par des rayons cathodiques, nous obtenons un optimum pour les deux préparations les plus concentrées, soit 1^{at} de Sm par 125^{at} de Ca et 1^{at} de Sm par 400^{at} de Ca, ce qui confirmerait les expériences de M. Urbain et de M. Bruninghaus.

Nous croyons aussi que le sel fondant, dans notre cas, le sulfate de sodium, peut influencer la position de l'optimum.

Nous avons préparé aussi une série de sulfures de calcium manganésifères. L'influence du mode d'excitation sur l'optimum de luminescence dans ces sulfures ne paraît pas être aussi prononcée que pour le cas précédent, mais tout de même nous pouvons dire que cet optimum paraît correspondre à une dilution plus grande pour l'excitation lumineuse que pour l'excitation cathodique.

Au cours de nos recherches nous avons remarqué aussi qu'en général les sulfures à grande teneur du métal luminophore ont une phosphorescence moins durable que les autres; l'intensité relative des bandes et des lignes dans le spectre de photoluminescence semble aussi dépendre de la concentration. Tous ces phénomènes doivent donc être étudiés par une méthode

---

(1) *Le Radium*, juin 1907.

(2) *Recueil trav. chim. Pays-Bas*, t. XX, 1901, p. 435.

spectrophotométrique et c'est alors seulement que nous pourrons comprendre la vraie signification de la loi de l'optimum. C'est cette étude que nous avons entreprise.

PHYSIOLOGIE. — *La cause des battements du cœur.* Note de M. **H. Kronecker**, transmise par M. Dastre.

J. Rossbach a réussi en 1873, en suivant mes conseils, à ramener les *groupes de pulsations* découverts par Luciani à une pulsation régulière, en remplissant le cœur de grenouille non de sérum mais de sang ou d'une solution de chlorure de sodium.

J'ai démontré avec Stirting, en 1874, qu'on peut augmenter l'*énergie* du cœur en le remplissant de sang et qu'on peut au contraire la diminuer, l'annihiler même par la solution de chlorure de sodium; qu'enfin elle peut être ranimée par l'injection de liquides contenant du sérum.

Mme Betchasnoff, travaillant dans mon laboratoire, a établi que les ventricules de grenouille, de crapaud, de tortue présentent des variations dans la fréquence de leurs pulsations suivant la nature du liquide qui les baigne. La solution salée physiologique, le sang de veau très dilué (1:6 ou 1:8), rendait les pulsations plus rares; elle put observer des arrêts de 1 heure. Il ne fut pas possible de préciser exactement les conditions de cette *action ralentissante*.

Mlle Algina modifia sur mon conseil la composition des liquides destinés à remplir les cavités cardiaques et en constitua qui étaient capables de suspendre les battements du cœur. Ce sont:

1. Le sérum de sang de veau qu'on a fait séjourner pendant plusieurs jours dans des tuyaux de diffusion, plongés d'abord dans l'eau courante, puis dans l'eau distillée jusqu'à élimination aussi complète que possible des sels et dont on ramène le contenu en chlorure de sodium au taux de 0,6 pour 100. *A l'aide de ce liquide, il fut possible de supprimer les battements du cœur pendant* 1 *heure.*

Toute excitation appliquée pendant cette période d'arrêt provoquait ou une forte pulsation ou parfois un petit groupe de pulsations.

2. Le sang entier de veau ou de lapin, soumis préalablement à la diffusion, produisait des arrêts allant jusqu'à 20 minutes.

3. Le sang de lapin avec 3 à 6 parties de solution salée physiologique, ou

bien le mélange salin de Ringer dilué, suppriment souvent l'action du cœur pendant une demi-heure.

4. La solution salée physiologique, employée seule, au taux de 0,6 pour 100, accélère les battements du cœur.

5. La solution de Ringer produit le même effet à un moindre degré.

6. Si l'on ne renouvelle pas le liquide qui baigne les cavités cardiaques, les pulsations deviennent peu à peu plus fréquentes (crise de Luciani).

Le cœur ne bat pas automatiquement. Il a besoin d'excitants de nature chimique qui, grâce à des changements périodiques de l'excitabilité (période réfractaire), amènent un effet discontinu.

Ces excitations agissent sur les plexus nerveux du cœur. On paralyse ces derniers par l'irrigation (perfusion) avec la solution salée. Alors le cœur ne peut plus battre et ne présente plus que des contractions fibrillaires.

MÉDECINE. — *Réaction à la tuberculine dans la lèpre (inoculations sous-cutanée, dermique et conjonctivale).* Note de M. **Charles Nicolle**, présentée par M. Roux.

A. En l'absence de toute lésion de nature tuberculeuse, les lépreux réagissent nettement lorsqu'on leur inocule de petites doses de tuberculine sous la peau. Ce fait est connu. S'il était utile de le confirmer, les trois expériences qui suivent y suffiraient.

I. Italienne, atteinte de lèpre à forme tuberculeuse généralisée, reçoit, le 30 octobre 1906, 1 goutte ($\frac{1}{25}$ de centimètre cube) d'une solution à $\frac{1}{10}$ de tuberculine brute (Institut Pasteur de Paris) sous la peau de la face externe du bras gauche.

Le lendemain, fièvre, céphalalgie, nausées, tuméfaction locale et augmentation de volume de tous les lépromes.

Après 3 jours, l'état général est redevenu normal, mais il persiste au point d'inoculation un œdème dur, ligneux et étendu (12^{cm} sur 8^{cm} environ); la peau offre une teinte violacée à ce niveau et la pression y est légèrement douloureuse. Pas de ganglions axillaires. Cet œdème a persisté, en diminuant progressivement, jusqu'au vingtième jour environ.

II. Maltais, très vigoureux, atteint de lèpre tuberculeuse, reçoit sous la peau de la même région 2 gouttes d'une même solution. Le lendemain, un peu de douleur locale.

Après 48 heures, œdème dur, étendu ($\frac{8}{15}$ environ); légère sensibilité à la pression; pas de modifications dans la coloration de la peau; pas de ganglions axillaires; pas de retentissement du côté des lépromes.

Même état, les jours suivants. Les lésions ont persisté 15 jours environ; il n'y a jamais eu de symptômes généraux.

III. Maltaise, atteinte de lèpre tuberculeuse généralisée, reçoit dans la même région une dose identique d'une même solution de tuberculine. L'inoculation a été pratiquée à 10h du matin.

Le soir même, fièvre, céphalalgie, nausées, vomissements, douleur locale vive, œdème violacé. Cet état a persisté 48 heures environ, puis les symptômes généraux se sont atténués rapidement, tandis que l'œdème local a duré plus de 15 jours.

Aucun retentissement ganglionnaire, pas d'augmentation de volume des lépromes [1].

B. Étant donnés ces faits, il était intéressant de rechercher comment se comporteraient des lépreux éprouvés à la tuberculine par inoculations dermique (réaction de V. Pirquet) ou conjonctivale (Wolf, Calmette).

Nous avons pratiqué cette recherche sur trois malades, en nous servant, pour les deux premiers, d'une solution à 1 pour 100 de tuberculine précipitée par l'alcool; pour le troisième, de la solution ordinaire de tuberculine diluée.

I. Maltais atteint de lèpre tuberculeuse généralisée.

Inoculation intradermique : œdème léger après 3 heures, disparu en 24 heures environ. *Inoculation conjonctivale :* néant.

II. Même malade que le n° II de la série précédente. Résultat négatif pour les deux épreuves.

III. Même malade que le n° III de la série précédente. *Inoculation intradermique :* négative. *Inoculation conjonctivale :* rougeur légère d'une durée de 48 heures environ.

Nous avions eu soin de prendre comme témoins quatre adultes non lépreux et en parfait état de santé. Deux ont réagi violemment aux deux inoculations dermique et conjonctivale (l'un avait présenté une hémoptysie suspecte il y a 4 ans, l'autre n'offre aucun passé pathologique). Sur les deux autres témoins, éprouvés seulement par l'inoculation dermique, un a présenté une réaction locale peu intense, l'autre n'a pas réagi.

Au contraire de l'injection sous-cutanée, les inoculations dermique et conjonctivale de tuberculine ne paraissent donc produire aucune réaction dans la lèpre.

C. Notre ignorance des conditions de culture du bacille lépreux est actuellement presque complète. En l'absence de culture, nous avons pré-

(1) Aucun de ces trois malades ne présentait de lésions de nature tuberculeuse; chez tous les trois, le diagnostic clinique de lèpre avait été confirmé par l'examen microscopique.

paré, avec des lépromes riches en bacilles de Hansen et broyés finement, un extrait glycériné concentré et nous avons recherché son action par inoculations dermique et conjonctivale sur les trois malades de la série précédente et sur deux témoins. Les résultats ont été entièrement négatifs.

GÉOLOGIE. — *Observations sur l'Éocène et l'Oligocène du Hampshire.* Note [1] de M. **Jean Boussac**, présentée par M. H. Douvillé.

Les dépôts éocènes et oligocènes du Hampshire ne sont pas seulement intéressants en eux-mêmes, mais ils servent à relier les terrains du bassin de Paris à ceux du Cotentin, à l'ouest, et à ceux du Limbourg et de l'Allemagne du Nord, à l'est.

Lutétien et Auversien. — Le contact du Lutétien et de l'Auversien est bien visible à Whitecliff Bay; il se fait par 45 pieds d'argiles feuilletées avec matière végétale, au milieu desquelles j'ai trouvé des intercalations lenticulaires à *Nummulites scaber,* qui montrent qu'elles font toujours partie de la même zone paléontologique que les assises qui les supportent. Sur elles, en parfaite concordance et sans la moindre trace d'émersion, reposent les premières couches de l'Auversien [2], avec *N. variolarius;* il n'y a donc pas d'horizon paléontologique distinct entre le Lutétien à *N. lævigatus* ou *scaber* et l'Auversien. C'est un nouvel argument pour mettre dans cet étage les couches du Bois-Gouët et du Cotentin à *N. Brongniarti.*

La baie de Bracklesham fournit de nouveaux arguments en faveur de cette manière de voir; au sommet même de la série à *N. variolarius,* on voit des calcaires zoogènes à Milioles et à grandes Alvéolines, parmi lesquelles on reconnaît la grande forme du Cotentin : *Alveolina elongata* Lk.

Nous avons là un faisceau d'arguments qui, avec ceux que j'ai déjà tirés de l'évolution des Cérithes, convergent tous vers la même conclusion : l'âge auversien des dépôts éocènes du massif armoricain, et, dans les régions méditerranéennes, de la zone de Roncà. C'est, entre le Lutétien et l'Oligocène, un point de repère nouveau pour l'établissement des parallélismes entre l'Europe nord-occidentale et les régions méditerranéennes.

Limite de l'Éocène et de l'Oligocène. — Les argiles de Barton sont surmon-

---

(1) Présentée dans la séance du 5 août 1907.

(2) C'est M. Leriche qui le premier a montré que la partie supérieure des couches de Bracklesham appartenait à l'Auversien (Lédien).

tées par des sables blancs, bien visibles et fossilifères dans les falaises de Long Mead End, entre Barton et Hordwell, et qui forment, dans l'île de Wight, un horizon très constant.

Bien que la faune de ces sables soit assez pauvre, on peut cependant tirer de son étude quelques conclusions précises. On n'y trouve pas d'éléments oligocènes immigrés; elle semble résulter de l'évolution sur place de la faune bartonienne, dont on retrouve un certain nombre d'espèces, comme : *Nucula Cossmanni, Cyrena deperdita, Lucina gibbosula, Garum rude, Calyptræa aperta, Bayania hordacea, Tritonidea lavata, Olivella Branderi, Ancilla obesula, Ringicula ringens, Bullinella attenuata;* il y a aussi des formes qui font à ce niveau leur première apparition : *Trinacria deltœformis, Corbula aulacophora, Neritina concava, Melanopsis fusiformis, Bayania fasciata, Cerithium vagum, Cerithium pyrgotum,* etc.; mais un bon nombre de ces espèces, surtout de celles qui appartiennent aux genres *Neritina* et *Melanopsis,* ne nous paraissent faire ici leur apparition que par suite du fait que nous ne connaissons pas de dépôts de facies semblable dans le Bartonien; on ne pourrait donc avec certitude faire de ces sables un horizon paléontologique distinct, s'ils ne contenaient en outre des espèces qui existent dans le Bartonien, mais qui ont *évolué,* et sont représentées par des mutations spéciales à ce niveau, comme : *Cardita oblonga* mut. *serratina* et mut. *transversa, Divaricella Rigaulti* mut. *colvellensis, Cerithium echidnoides* mut. *rusticum* Desh., et ce dernier est essentiellement caractéristique du Ludien dans le bassin de Paris.

En résumé, il existe au-dessus du Bartonien, dans le Hampshire comme dans le bassin de Paris, une zone paléontologique encore éocène, mais présentant suffisamment de caractères spéciaux pour pouvoir être érigée en zone indépendante : la *zone ludienne.*

Au-dessus des sables, les couches deviennent de plus en plus fluviomarines; on a affaire aux couches de Hordwell et de Headon (inférieures), qui ont fourni une faune assez riche de Mammifères et correspondent peut-être rigoureusement à la masse supérieure du gypse du bassin de Paris.

Avec les couches moyennes de Headon, un phénomène d'importance capitale se produit : l'arrivée par *migration* dans cette région de la faune de l'Oligocène inférieur de l'Allemagne du Nord (ex. : *Ostrea prona, Modiola Nysti, Meretrix incrassata, Voluta suturalis,* etc.); mais la faune autochtone, adaptée aux conditions particulières du bassin du Hampshire, continue en partie à s'y développer, et règne surtout dans les couches les plus saumâtres; on trouve donc dans les couches de Headon, non pas une faune intermédiaire entre la faune éocène et la faune oligocène, mais un *mélange* de deux faunes : l'une est une *faune immigrée,* amenée dans la région par la grande transgression oligocène; l'autre est *autochtone,* et l'on peut en rattacher presque toutes les espèces aux formes éocènes dont elles dérivent.

Le fait important, c'est qu'on trouve en Angleterre la superposition

directe du Lattorfien au Ludien; les zones paléontologiques sont donc à paralléliser comme suit :

	Allemagne.	Belgique.	Hampshire.	Paris.
Lattorfien...	Sables de Lattorf	Sables de Vliermaël	Couches moyennes et supérieures de Headon	Marnes supragypseuses
Ludien.....		Asschien?	Lower Headon, et Long Mead End Sands	Gypse et zone à *Pholad. ludensis*

L'Oligocène, essentiellement caractérisé par la grande transgression sur le continent nord-européen, comprendra les couches où l'on trouve la faune cryptogène amenée par cette transgression; on le fera donc débuter par les couches moyennes de Headon, en Angleterre, et par les marnes supragypseuses en France; on revient ainsi à la solution toujours défendue par Hébert et reprise récemment par M. Oppenheim.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats des observations d'intensité de la pesanteur effectuées à l'île Booth-Wandel (terre de Graham) par l'expédition antarctique du* Dr J. Charcot. Note de M. **Matha** (Extrait), présentée par M. Bouquet de la Grye.

Le pendule utilisé pour les mesures d'intensité de la pesanteur, à la station d'hivernage de l'expédition antarctique du Dr J. Charcot, appartient à M. Bouquet de la Grye, qui s'en est servi pour des mesures analogues à l'île Campbell, au Mexique et au Sénégal. C'est un pendule invariable dont l'observation ne donne que la valeur relative de l'intensité, par rapport à celle préalablement obtenue au point de départ.

Cet instrument a été décrit dans les *Comptes rendus de la mission d'observation du passage du Vénus*, t. III, p. 243 [1].

L'observation de la durée des oscillations a été faite par la méthode des coïncidences, en visant d'une part au moyen de la lunette d'un théodolite la position médiane d'un trait gravé sur l'extrémité inférieure du pendule, en écoutant d'autre part les battements d'un chronomètre.

Le pendule oscillait dans une cage en bois plaquée contre le rocher de

(1) Il a été construit par Démichel.

scellement, et toute l'installation se trouvait enfermée à l'intérieur d'une hutte en neige.

Les corrections apportées aux chiffres observés sont : 1° la réduction aux arcs infiniment petits, qui ne donne lieu à aucune cause d'erreur appréciable; 2° la correction de la dilatation pour laquelle nous avons adopté comme coefficient de dilatation du laiton 0,0000178 dans l'Antarctique (θ voisin de 0°) et 0,0000182 à Paris (θ voisin de 18°,1); 3° la réduction au vide, dans laquelle nous avons pris, comme coefficient d'entraînement d'air, le chiffre 1,3 qu'avait précédemment adopté M. Bouquet de la Grye, pour ce même pendule; la formule de réduction au vide devient ainsi :

$$\frac{t'^2}{t^2} = 1 - 1,3 \times \frac{\delta}{d},$$

δ étant la densité de l'air, d la densité du pendule qui a été prise égale à 8,44 à la température de 0°; 4° la réduction au temps moyen pour tenir compte de la marche du chronomètre employé; cette marche était déduite des comparaisons avec deux ou trois chronomètres dont l'état absolu était suivi fréquemment au moyen d'observations à l'astrolabe à prisme de M. Claude; 5° la réduction au niveau de la mer, faite au moyen de la formule de Bouguer.

Chaque observation durait environ 3 heures, les moments des coïcidences initiale et finale étant déduits de la moyenne d'une série de 10 à 25 observations de coïncidences successives. L'amplitude des oscillations observées ne dépassait pas 1°.

Quatre observations furent faites à Paris avant le départ et cinq au retour dans une pièce du rez-de-chaussée de l'Observatoire. Elles donnèrent deux résultats moyens très comparables, savoir :

$$t = 0^s,960098 \quad \text{et} \quad t = 0^s,9600905.$$

On en peut conclure l'invariabilité du pendule durant le voyage. Toutefois, le dernier chiffre seul a été retenu, les observations du retour ayant été faites dans des conditions de plus rigoureuse similitude avec celles exécutées dans l'Antarctique, et par le même observateur.

En se basant sur le chiffre : $g = 981^{cm},012$, obtenu par M. le colonel Defforges dans cette même salle de l'Observatoire, on trouve ainsi comme longueur théorique de notre pendule :

$$l = 91^{cm},6218.$$

D'autre part, les six observations effectuées dans l'Antarctique ont donné

comme valeur moyenne de la durée d'oscillation à Port-Charcot (île Booth-Wandel)

$$t = 0^s,959390,$$

d'où l'on déduit comme intensité de la pesanteur

$$g = 982^{cm},439$$

en ce point situé par

$$\Lambda = 65°03'45''S, \qquad L = 66°21'12''W.$$

L'incertitude du résultat paraît dériver de deux causes principales: 1° l'erreur d'appréciation des coïncidences; 2° l'erreur sur la marche du chronomètre employé. En étudiant la répercussion de ces erreurs sur la valeur trouvée comme durée d'oscillation, on arrive à fixer à une unité du sixième ordre l'erreur probable de cette valeur dans l'Antarctique et à une demi-unité du sixième ordre celle de la valeur correspondante mesurée à Paris au retour (la marche du chronomètre étant ici plus exactement connue).

Cependant, si l'on apprécie ces mêmes erreurs probables d'après les écarts des résultats de chaque observation, d'avec leur moyenne, on est conduit à des erreurs probables plus élevées, deux à trois unités du sixième ordre, et sensiblement les mêmes à Paris que dans l'Antarctique. Il semble ainsi que les irrégularités de fonctionnement de l'appareil lui-même causent une incertitude plus grande que les erreurs possibles sur les éléments mesurés et que, en tout état de cause, cette méthode ne saurait donner la durée d'oscillation à moins de deux unités du sixième ordre près.

Cette approximation est d'ailleurs très largement suffisante en l'espèce. Elle permet de déterminer la valeur de g à moins d'un millième de centimètre. Il serait tout à fait illusoire de chercher un meilleur résultat, puisqu'on ne saurait obtenir, en tous cas, mieux que l'observation absolue qui sert de base, et que celle-ci n'est elle-même déterminée qu'au millième de centimètre près.

Si l'on compare le résultat obtenu avec celui que donne la formule de M. le colonel Defforges

$$g = 978^{cm},106\,(1 + 0,005\,243\,\sin^2\Lambda),$$

on trouve que le chiffre provenant de l'observation est supérieur de $0^{cm},116$ à celui calculé par la formule.

Cette différence est à rapprocher de celles qu'une semblable comparaison donne, pour les observations faites par Foster dans ces mêmes régions :

Ile des États	$\Lambda = 54°46'$ S.	Obs. — Calc. $= +\,0^{cm},086$
Cap Horn.........	$\Lambda = 55.51$ S.	Obs. — Calc. $= +\,0,058$
Ile Déception	$\Lambda = 62.56$ S.	Obs. — Calc. $= +\,0,107$

Ces trois résultats concordent parfaitement avec le nôtre. Tous semblent déceler soit un aplatissement plus grand que celui admis par M. le colonel Defforges, soit plutôt une plus forte densité des couches profondes interposées entre cette région et le centre de la Terre.

VOLCANISME. — *Les paroxysmes du Stromboli.* Note de M. **A. Riccò.**

La forte recrudescence de l'activité du Stromboli, survenue le 5 mai 1907, ayant attiré sur ce volcan l'attention publique et celle du monde savant, je crois utile de présenter le Tableau des paroxysmes qui se sont succédé depuis seize ans, renvoyant pour les périodes antérieures aux documents réunis par le professeur Mercalli.

C'est en 1889 que le Stromboli a été rattaché au réseau géodynamique qui a son centre à Catene. Deux ans après, grâce à la bonne volonté de M. M. Renda, on commençait à noter régulièrement les variations de son régime et, en 1898, je chargeais en outre le personnel du sémaphore de tenir une chronique quotidienne de tous les phénomènes observés.

C'est ainsi que je suis en mesure de dresser le Tableau suivant, où la date du commencement de chaque paroxysme, donnée en temps moyen de l'Europe centrale, est mise en regard de la date de la phase lunaire la plus voisine, ainsi que de la pression barométrique observée le jour du paroxysme, à 7^h en été et à 8^h en hiver. J'ai également noté les époques de calme du volcan :

Paroxysmes. Dates.		Phases de la Lune.	Pression barométrique.	Calmes.
1891, 24 juin	$12^h.45^m$.....	22. P. L.	763^{mm}	
» 30 »	6.45.....	29 D. Q.	764	
» 31 août	7.48.....	3 sept. N. L.	762	
1892, 5 nov.	6.34.....	4 P. L.	767	
1893, 30 janv.	2.10.....	2 P. L.	771	
» 11 août	8 52.....	11 N. L.	762	
				1894, 16 novembre : tremblement de terre en Calabre.
1895, 29 mars	11........	26 N. L.	758	
1896, 13 juill.	16. 7.....	10 N. L.	763	
1897, 17 »	15.32.....	14 P. L.	756	

Paroxysmes. Dates.	Phases de la Lune.	Pression barométrique.	Calmes.
1898, 24 août.......... (h m)	24 P. Q.	764 (mm)	
			1898, septembre.
			1898, novembre.
1899, 10 nov. 7.55.....	10 P. Q.	763	
1900, 20 mai 8.30.....	21 D. Q.	763	
			1900, juin.
1900, 4 août 14.10.....	3 P. Q.	758	
» 22 » 4.50.....	25 N. L.	761	
» 19 oct. 9.45.....	23 N. L.	760	
1901, 8 mars 9.25.....	5 P. L.	755	
» 29 déc. 9.45.....	25 P. L.	766	
1903, 22 janv. 19.30.....	20 D. Q.	760	
» 9 mars 10.28.....	6 P. Q.	758	
» 11 nov. 23.40.....	12 D. Q.	764	
1904, 19 mars 13........	17 N. L.	759	
			1904, mai.
			» juillet.
1904, 22 août, nuit......	26 P. L.	762	
			1904, décembre.
1905, 7 avril 14. 5.....	5 N. L.	758	
» 1 » 14. 9.....	»	757	
» 14 août »	15 P. L.	763	
			1905, septembre-octobre : tremblements de terre en Calabre.
			1906, avril : éruption du Vésuve.
1906, 15 juill. 20.35.....	12 D. Q.	762	
			1906, août.
			1906, février.
1907, 13 avril 21.50.....	12 N. L.	755	
» 5 mai 21.45.....	4 D. Q.	764	
			1907, juin.

Ce Tableau mentionne 28 recrudescences. Mais, si l'on considère comme distinctes seulement celles qui ont été séparées par un intervalle de 1 mois au moins, on en compte 22, avec 21 intervalles, en 190 mois, soit un intervalle moyen de 9 mois, les intervalles réels ayant varié entre quelques jours et 19 mois et demi (1903-1905).

La distribution des 28 paroxysmes dans l'année météorologique est la suivante :

Déc., Janv., Févr.	Mars, Avril, Mai.	Juin, Juillet, Août.	Sept., Oct., Nov.
Hiver : 3	Printemps : 9	Été : 12	Automne : 4

Il y a donc prépondérance notable en été et au printemps, ce qui semble exclure l'influence de la distance au Soleil.

Dans l'Italie méridionale la pluie, presque nulle en été, est abondante en automne et en hiver; donc elle n'exerce pas d'action (au moins immédiate) sur les recrudescences du Stromboli.

La moyenne de la pression au matin, pour les jours des paroxysmes, est 765^{mm}, donc supérieure à la moyenne annuelle en ces parages; ce qui est contraire à ce que l'on pourrait attendre. D'autant plus que, à Stromboli, on dit que la fumée croît par les vents de *sirocco,* qui comportent une basse pression. Il peut se faire qu'effectivement la production de la fumée soit plus grande par ces vents, chauds et humides, qui saturent l'atmosphère et rendent plus difficile la diffusion des vapeurs dans l'air; mais ces fumées ne seraient pas l'indice d'une plus grande activité du volcan.

Quant à l'influence luni-solaire, en considérant (par analogie avec la production des marées) comme favorables à l'hypothèse les cas des paroxysmes qui ont eu lieu dans les 3 jours précédant et les 3 jours suivant les *syzygies,* et comme contraires les cas de recrudescences qui tombent entre 3 jours avant et 3 jours après les *quadratures,* on a pour les paroxysmes distincts :

Cas favorables à l'hypothèse de l'influence luni-solaire........	12
Cas contraires » » » »	7
Cas indifférents..	3

Ainsi plus de la moitié des paroxysmes se sont produits en coïncidence avec une plus grande action attractive luni-solaire.

Naturellement il ne peut s'agir ici que d'une action simplement déterminante, qui interviendrait pour provoquer un volcan toujours prêt à agir, comme est le Stromboli.

Les calmes ne se prêtent pas à une discussion analogue, parce qu'ils ne se produisent pas tout à coup et durent plusieurs jours, même quelques mois.

Pour ce qui regarde la relation de l'activité du Stromboli avec celle des autres volcans, M. Mercalli a trouvé qu'avant 1891 le Stromboli n'a montré ni coïncidence, ni opposition avec les phases du Vésuve, de Vulcano, de l'Etna; j'ajouterai que pendant la grande éruption de l'Etna, en 1892, et celle du Vésuve, en 1906, l'activité du Stromboli n'a pas varié d'une manière notable.

Enfin, quant aux relations du Stromboli avec les tremblements de terre de la Calabre et de la Sicile, il y a lieu de signaler, comme faits bien

constatés, le calme remarquable du Stromboli lors des grands tremblements de terre de Calabre en 1894 et 1905; ce qui est contraire à l'opinion que ces agitations telluriques viennent du Stromboli; au contraire elles ont leur centre en Calabre, se propagent jusqu'à Stromboli et parfois endommagent cette île; comme il est arrivé aux dates indiquées (1).

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

A. L.

ERRATA.

(Séance du 1er juillet 1907.)

Note de M. *G.-D. Hinrichs*, Sur le poids atomique absolu du chlore :

Page 58, ligne 22, *au lieu de* de même, *lisez* même.
Page 60, ligne 19, *au lieu de* pour la variation, *lisez* par la variation.

---

(1) Postérieurement à la rédaction de cette Note, un paroxysme s'est produit pendant les derniers jours de juillet. Le volcan a rejeté, jusque sur le pied nord-ouest du cratère central, une grande quantité de blocs. (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AOUT 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Présentation du Tome XIII des* Annales de l'Observatoire de Bordeaux, par M. **Lœwy**.

M. Lœwy présente à l'Académie, au nom de M. Luc Picart, le 13[e] Volume des *Annales de l'Observatoire de Bordeaux*. Il fait remarquer que le nouveau Directeur de cet établissement semble vouloir continuer la très louable coutume, établie par son prédécesseur, de publier sans retard les recherches dues à l'activité des astronomes de Bordeaux. Grâce à cette mesure, les observations effectuées ne restent pas stérilement ensevelies dans les registres, ce qui arrive malheureusement trop souvent, et deviennent immédiatement accessibles aux applications pour lesquelles elles sont destinées; en procédant ainsi on parvient aussi à leur donner plus sûrement l'exactitude qu'on désire atteindre. En effet, la réduction et la discussion, qui précèdent forcément la publication, permettent seules de se rendre véritablement compte du degré d'approximation réalisé et de perfectionner au fur et à mesure, s'il est nécessaire, les méthodes utilisées. Les matériaux de ce 13[e] Volume se composent encore d'une série de travaux dont l'édition a été préparée en partie par M. Rayet, dans la dernière année de sa direction.

Le Volume est précédé d'une Notice de M. Stéphan, sur la vie et la carrière de M. Rayet, fondateur de l'Observatoire de Floirac, et des divers discours prononcés aux obsèques de ce savant. Les deux premiers Chapitres de ces Annales exposent les différentes catégories d'études accomplies pendant l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905, à Burgos, par MM. Rayet

et Courty, et font connaître en même temps les diverses expériences, notamment celles concernant l'actinométrie, tentées à Bordeaux, en ballon, par M. Esclangon, à l'occasion de ce phénomène. On trouve ensuite les observations méridiennes, régulièrement poursuivies pendant les années 1899-1900, ayant pour but la détermination des coordonnées équatoriales d'un certain nombre d'étoiles de 8ᵉ et 9ᵉ grandeur destinées à servir de repères pour la réduction des clichés obtenus à Bordeaux en vue de la construction du *Catalogue photographique du Ciel*. Ces astres ont été choisis de manière que leurs images se trouvent également distribuées à la surface des plaques sensibles.

La région de l'espace dont l'exploration a été dévolue à l'Observatoire de Bordeaux embrasse la zone comprise entre $+10^\circ$ et $+18^\circ$. La partie du travail renfermée dans ce 13ᵉ Volume est relative à la région du Ciel comprise entre $+14^\circ$ et $+18^\circ$. Pour entourer cette recherche de toutes les garanties de précision, chacun des repères a été observé deux fois, une fois dans la position directe et une seconde fois dans la position inverse de l'instrument, et, conformément aux décisions de la Conférence internationale de 1896, les réductions ont été basées sur les coordonnées des étoiles fondamentales du Catalogue de M. Newcomb. De sorte que les résultats déduits des 6500 observations effectuées pendant les deux années 1899 et 1900 reposent sur des données modernes et homogènes.

Ce Volume contient enfin un nombre notable de positions équatoriales de planètes et de comètes, ainsi que les belles séries d'observations météorologiques, systématiquement poursuivies depuis la création de cet Observatoire, et obtenues durant cette dernière période.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxyde d'éthylène biméthylé symétrique*

$$H^3C - CH - CH - CH^3. \quad (\text{les deux CH liés par } O)$$

Note de M. LOUIS HENRY.

De tous les dérivés de *méthylation* de l'oxyde d'éthylène $H^2C - CH^2$ (les deux carbones liés par O), le plus intéressant à considérer, au point de vue de leurs relations avec les

composés magnésiens, est le dérivé *biméthylé symétrique*

$$H^3C - CH - CH - CH^3, \quad (\text{pont } O \text{ entre les deux } CH)$$

ou l'oxyde de butylène bisecondaire (éb. 56°). C'est que, dans cet oxyde butylénique, la question de la nature de ces relations se pose, à la fois, complète et de la façon la plus simple.

Il s'agit de savoir si cet oxyde se comporte, vis-à-vis des réactifs magnésiens, comme l'oxyde d'éthylène lui-même, ou bien s'il subit au préalable une *isomérisation*.

C'est le méthylbromure de magnésium $H^3C.Mg.Br$ qui a été mis en réaction. Je m'en servirai ici pour fixer les idées.

Dans le premier cas, si, comme avec l'oxyde d'éthylène, il y a simplement addition, on doit obtenir, comme produit final de la réaction, un alcool *secondaire* en C^5, le méthylisopropyl-carbinol

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>CH - CH(OH) - CH^3 \qquad (\text{éb. } 112^\circ).$$

Si, au contraire, l'oxyde en C^4 s'isomérise, il ne peut former virtuellement qu'une *cétone*, la cétone *méthyléthylique* $H^3C - CO - CH^2 - CH^3$, et ainsi aboutit, finalement, à un alcool *tertiaire* en C^5 également, le diméthyléthyl-carbinol

$$(H^3C)^2 = \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}} - CH^2 - CH^3 \qquad (\text{éb. } 102^\circ\text{-}103^\circ).$$

On voit immédiatement combien l'alcool obtenu doit être facile à identifier.

La réaction en elle-même a été réalisée à l'aide de 7g d'oxyde de butylène. J'en ferai connaître ailleurs le détail, je dirai simplement ici que cette opération se passe dans d'excellentes conditions et que le rendement en est des plus satisfaisants. Quant à l'alcool formé, c'est *exclusivement* l'alcool *tertiaire*, le *diméthyléthyl-carbinol* $(H^3C)^2 = \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}} - CH^2 - CH^3$. Lors de la première distillation du produit formé le thermomètre atteint, à la fin, seulement 105°, température qu'il ne dépasse pas. Déjà à froid avec l'acide HCl aq, fumant, cet alcool se transforme rapidement en son chlorure $(H^3C)^2 = \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}} - CH^2 - CH^3$, bouillant, sous la pression ordinaire, à 85°-86°.

L'oxyde de butylène $H^3C - \underbrace{CH - CH}_{O} - CH^3$ a donc fourni, avec le méthyl-bromure de magnésium $H^3C.Mg.Br$, le même composé alcoolique qu'aurait fourni, dans les mêmes conditions, la *cétone* méthyléthylique $H^3C - CO - CH^2 - CH^3$, son isomère. On est autorisé à admettre que, de même que le glycol butylénique $H^3C - CH(OH) - CH(OH) - CH^3$ bisecondaire, chauffé avec l'acide sulfurique étendu, s'isomérise en cétone $H^3C - CO - CH^2 - CH^3$, l'oxyde correspondant $H^3C - \underbrace{CH - CH}_{O} - CH^3$ subit une transformation du même genre, en présence du réactif magnésien.

Je pourrai faire connaître prochainement comment se comporte le dérivé monométhylé de l'oxyde d'éthylène ou l'oxyde de propylène

$$H^3C - \underbrace{CH - CH^2}_{O},$$

avec les réactifs organomagnésiens.

C'est le dernier des cas à considérer. Il est en ce moment à l'étude dans mon laboratoire, par les soins de mon assistant, M. de Wael. Mais le problème qu'il formule est moins aisé à résoudre que celui des dérivés *polyméthylés*. Il sera alors possible, mieux qu'à présent, de s'orienter dans l'isomération que l'on peut admettre dans ces composés, à certain moment de leur réaction.

La question générale des relations des dérivés de l'oxyde d'éthylène avec les composés organomagnésiens aura été ainsi examinée dans la presque totalité de ses cas particuliers, tant dans le groupe aliphatique que dans le groupe aromatique et vis-à-vis de composés magnésiens appartenant à ces deux séries fondamentales. Ce n'est pas le moment ni le lieu de faire l'historique de cette grande question. Je tiens toutefois à signaler dès à présent les remarquables travaux publiés ou entrepris sur cet objet par MM. Tiffeneau et Fourneau, seuls ou en collaboration.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. *H.-C. Vogel*, Correspondant pour la Section d'Astronomie.

M. **Edward-C. Pickering**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse des remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète* 1907 *d*. Note [1] de M. **Ernest Esclangon**. (Extrait.)

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques observations de la comète 1907 *d* faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux dans les matinées du 1er et du 4 août.

Le 1er août, le ciel était d'une grande pureté et la comète était très aisément visible à l'œil nu, à droite et au-dessus d'Aldébaran. Au grand équatorial, j'ai pu distinguer de nombreux détails de structure. Le noyau était très brillant et apparaissait comme une étoile de grandeur 5,5 entourée d'une *nébulosité intense* et sensiblement circulaire constituant la *tête* de la comète. Bien qu'au moment de l'observation la comète fût encore assez bas sur l'horizon, le noyau était dépourvu de toute scintillation; il faudrait en conclure que le noyau possédait un diamètre réel sensible correspondant, à la correction de diffraction près, au diamètre apparent de l'image qui était d'environ 8″ [2].

La tête de la comète était constituée par une nébulosité très dense autour du noyau; son diamètre apparent était d'environ 5′. Cette nébulosité n'était pas disposée



symétriquement par rapport au noyau. A partir de ce dernier et du côté opposé par

---

(1) Reçue dans la séance du 12 août 1907.

(2) A l'époque de l'observation, la comète était à la distance 0,82 environ de la Terre, le demi-axe de l'orbite terrestre étant pris comme unité; à cette distance, 1′ correspond à 3 fois le diamètre de la Terre environ, de sorte que le diamètre de la nébulosité formant la tête avait un diamètre égal à plus de 13 fois le diamètre terrestre.

rapport à la queue, la nébulosité s'irradiait en éventail sous la forme d'aigrettes très vives et très serrées embrassant dans leur ensemble un angle d'environ 90°.

La nébulosité constituant la queue est très allongée mais peu brillante relativement à celle de la tête. Il y a une sorte de discontinuité entre ces deux nébulosités et l'on pourrait presque regarder comme un véritable noyau la nébulosité sensiblement circulaire et brillante de la tête qui renferme le noyau proprement dit. La queue se ramifie en plusieurs rayons larges issus de la tête même et constituant, en quelque sorte, autant de queues indépendantes au nombre de 7. La figure schématique ci-contre montre cette disposition. Les ramifications extrêmes sont beaucoup plus courtes que les ramifications médianes.

Voici maintenant les positions obtenues pour la comète :

Observations de la comète.

Dates 1907.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	ΔP.	Nombre de comparaisons.
Juillet 31....	*a*	$22^h 44^m 34^s,89$	$-0^m 56^s,72$	$-0' 53'',55$	28 : 8
Août 3......	*b*	$23^h 25^m 13^s,89$	$+1^m 15^s,33$	$-6' 24'',81$	40 : 10

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1907,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
a	A.G. Berlin A nº 1200	$4^h 25^m 13^s,89$	$+0^s,29$	$74° 0' 27'',7$	$+0'',9$
b	A.G. Berlin A nº 1353	$4^h 51^m 25^s,98$	$+0^s,22$	$73° 24' 41'',0$	$+1'',2$

Positions apparentes de la comète.

Dates.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite moyenne.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire moyenne.	Log. fact. parallaxe.
Juillet 31 ...	$14^h 10^m 24^s,64$	$4^h 24^m 17^s,45$	$-1,641$	$73° 59' 34'',9$	$-0,768$
Août 3......	$14^h 39^m 9^s,25$	$4^h 52^m 41^s,50$	$-1,639$	$73° 18' 16'',8$	$-0,758$

ASTRONOMIE. — *Résultats des observations faites, pendant l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905, à Cistierna (Espagne).* Note [1] de MM. **A. Lebeuf** et **P. Chofardet**, communiquée par M. Lœwy.

La mission du Bureau des Longitudes à Cistierna (Espagne), pour l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905, comprenant

(1) Reçue dans la séance du 12 août 1907.

MM. Puiseux, Hamy, Baillaud, Le Morvan (de l'Observatoire de Paris); A. Lebeuf, P. Chofardet (de l'Observatoire de Besançon), avait à remplir un programme très complet, tant pour l'Astronomie physique que pour l'Astronomie de position. Le mauvais temps a fait échouer toutes les observations de la totalité; mais il a été possible de faire, à travers nuages, l'observation des premier et quatrième contacts, ainsi que des mesures de la corde commune aux deux disques.

Voici le résumé sommaire des résultats obtenus :

Les instruments avaient été installés au sud du village, dans une propriété close, choisie par M. Puiseux dans un voyage préliminaire.

Les coordonnées du pilier de l'instrument méridien (cercle de Rigaud, n° 2) sont :

Longitude Madrid-Cistierna	+	$5^m 45^s,0$
Longitude Paris-Cistierna	+	$29^m 51^s,1$
Latitude géographique	+	$42°47'47'',9$
Latitude géocentrique	+	$42°36'19'',5$
Altitude		920^m

La longitude a été déduite de six séances d'échanges de signaux, les 21, 23, 26, 28, 29 et 31 août, enregistrés respectivement au chronographe Hipp à l'Observatoire de Madrid, au chronographe Fénon à la station de Cistierna.

La latitude résulte de trois séries.

Les contacts ont été observés à l'équatorial Secrétan (ouverture 108^{mm}, gross. 30), par M. Lebeuf; avec une lunette de campagne (gross. 6), par M. Chofardet. Les résultats en temps moyen de Paris sont :

	A. L.			P. C.		
	O.	C.	O — C.	O.	C.	O — C.
	h m s	h m s	s	h m s	h m s	s
1er contact	23.52.57,7	23.53.11,4	—13,7	23.53. 3,7	23.53.11,4	— 7,7
4e contact	2.33.33,4	2.33.54,9	—21,5	2.33.31,4	2.33.54,9	—23,5

Avec l'équatorial Secrétan, M. P. Chofardet a effectué 101 mesures de la corde commune : 49 avant la totalité, 52 après, 2 ont été écartées.

La discussion de ces observations, faite conformément à la méthode employée pour l'éclipse de 1900 (*Mémoires de l'Académie des Sciences et BellesLettres de Montpellier*, 1902), a donné les résultats suivants :

$$\delta R = +1'',08 - 1,15\,\delta r \qquad -0,06\,\delta P$$
$$\delta(\alpha_{\odot} - \alpha_{☾}) = -2'',13 + 0,12\,\delta r + 0,05(\beta_{\odot} - \beta_{☾}) + 0,14\,\delta P$$

R, *r*, rayons de la Lune et du Soleil (*Connaissance des Temps*, 1905, p. 782);

$\alpha_\odot - \alpha_{☾}$, $\beta_\odot - \beta_{☾}$, différences des coordonnées écliptiques des deux astres; P, parallaxe de la Lune.

L'observation des contacts a donné pour les mêmes éléments :

$$\left.\begin{aligned} \delta R &= -1'',85 - 1,00\,\delta r + 0,01\,\delta(\beta_\odot - \beta_{☾}) - 0,20\,\delta P \\ \delta(\alpha_\odot - \alpha_{☾}) &= -7,23 \qquad\qquad + 0,05\,\delta(\beta_\odot - \beta_{☾}) + 0,11\,\delta P \end{aligned}\right\} \text{A. L.}$$

$$\left.\begin{aligned} \delta R &= -3,50 - 1,00\,\delta r + 0,01\,\delta(\beta_\odot - \beta_{☾}) - 0,22\,\delta P \\ \delta(\alpha_\odot - \alpha_{☾}) &= -6,49 \qquad\qquad + 0,05\,\delta(\beta_\odot - \beta_{☾}) + 0,11\,\delta P \end{aligned}\right\} \text{P. C.}$$

Il est intéressant de comparer les différences O — C des contacts dans les différentes missions, d'après les résultats publiés aux *Comptes rendus*, 1905 et 1906, et de remarquer l'accord entre ces nombres. On a

		1er contact. O — C.	4e contact. O — C.
MM. Stephan, Borrelly	Guelma	$-12^s,9$	$-23^s,6$
André, Guillaume	Roquetas	$-14,4$	$-23,5$
A. Lebeuf, P. Chofardet	Cistierna	$-13,7$	$-21,5$
		$-7,7$	$-23,5$

Les observations de Guelma et de Roquetas sont faites par projection; celles de Cistierna, directement.

L'état de l'atmosphère n'a permis de faire aucune observation caractéristique en Météorologie. On a noté le vent de l'éclipse, NW, 40 minutes avant la totalité.

La variation barométrique a été très faible, presque insensible.

Celle du thermomètre de 3°,4 environ. Nuages très épais pendant la totalité, avec quelques gouttes d'eau et légère pluie après.

L'exposé détaillé des résultats sera fait dans le Rapport adressé au Bureau des Longitudes.

PHYSIQUE. — *Sur les variations des bandes d'absorption des cristaux de parisite et de tysonite dans un champ magnétique, à la température de l'air liquide.* Note de M. **Jean Becquerel.**

Certains cristaux naturels possèdent, comme on le sait, des bandes d'absorption variables sous l'action d'un champ magnétique ([1]). Ce phénomène est d'autant moins net que les bandes sont plus larges et plus floues et je n'avais jusqu'à présent réussi à l'observer qu'avec le xénotime et la tysonite.

J'ai établi d'autre part que les changements de température modifient la largeur des bandes, l'amortissement moyen de la vibration des électrons absorbants étant proportionnel à la racine carrée de la température absolue ([2]). Aux très basses températures les bandes deviennent plus nettes, certaines bandes complexes se résolvent en composantes et beaucoup de bandes nouvelles apparaissent. De plus dans le xénotime et la tysonite les variations de fréquence des vibrations sous l'action d'un champ magnétique ont paru indépendantes de la température : il y a donc avantage pour l'étude des changements magnétiques des bandes des corps solides à plonger ces corps dans l'air liquide.

J'ai étudié dans ces conditions les propriétés magnéto-optiques de la *parisite* (provenant de Muso, Colombie) qu'il était intéressant de rapprocher des propriétés de la tysonite. La parisite renferme, en effet, à l'état de fluocarbonates les corps du groupe du didyme, que la tysonite contient à l'état de fluorures; les deux cristaux possèdent le spectre très caractéristique du didyme, les groupes de bandes situés dans les mêmes régions ayant une même physionomie d'ensemble, mais présentant dans le détail des différences notables. Je me suis donc proposé de comparer ces deux cristaux au point de vue des phénomènes magnéto-optiques.

Le dispositif employé a été le suivant : la lame cristalline normale à l'axe, de 1^{mm} d'épaisseur, est plongée dans l'air liquide à l'intérieur d'un tube à enceinte de vide possédant une partie rétrécie (7^{mm}) que l'on place entre les pôles d'un électro-aimant Weiss : le champ peut atteindre ainsi 15000 gauss entre les pôles percés. Un

---

(1) *Le Radium,* t. IV, p. 49 et 107, février et mars 1907.
(2) *Comptes rendus,* 25 février, 23 mars, 13 mai, 17 juin 1907.

faisceau intense issu d'une lampe à arc et parallèle aux lignes de force du champ traverse la lame parallèlement à l'axe optique; le spectre est examiné ou photographié dans un spectrographe à réseau de Rowland. Un rhomboèdre de spath placé devant la fente, et précédé d'une lame quart d'onde, permet d'obtenir juxtaposés les spectres d'absorption de deux vibrations circulaires de sens opposés.

Si l'on inverse plusieurs fois de suite le sens du champ, on voit les bandes sensibles se balancer, les bandes des deux spectres juxtaposés se déplaçant dans des sens contraires. L'observation est facile, mais la mesure précise des décalages est parfois impossible à cause de l'incertitude sur la position du milieu des bandes floues ou à peine visibles.

Le Tableau suivant résume les observations relatives à la parisite et à la tysonite, les déplacements étant rapportés à un champ de 15000 gauss. Chaque nombre résulte de la moyenne de 10 mesures effectuées sur des clichés, sauf pour les bandes du rouge qui ont été observées directement avec un oculaire à réticule. Il ne faut pas considérer comme exacts les chiffres correspondant aux millièmes de $\mu\mu$, et les nombres qui se rapportent aux bandes très floues ou très peu sensibles donnent seulement l'ordre de grandeur du phénomène.

Parisite

λ.		$\Delta\lambda$ (R = 15000 gauss).	Rapport de la charge à la masse $\frac{e}{m} = 2\pi v \frac{\Delta\lambda}{\lambda^2} \frac{1}{R}$.
674,6	faibles, floues	$\mu\mu$	
673,5	faibles, floues	0,09 environ	$-$ 2,50.10^7
672,3	faibles, floues		
624,69	faibles, assez fines	0,06 environ	$-$ 1,90.10^7
623,96	faibles, assez fines	0,114	$-$ 3,68.10^7
623,27	faibles, assez fines	0,077	$-$ 2,43.10^7
568,5	extrêmement faible	ordre de grandeur : 0,1	+ 3,90.10^7
525,6	très faible	0,06 environ	$-$ 2,70.10^7
523,1	forte, assez large	0,027	+ 1,24.10^7
522,0	très forte, large	0,018	+ 0,83.10^7
520,8	très forte, large	0,037	$-$ 1,71.10^7
518,6	forte, large	0,037	+ 1,73.10^7
509,57	assez forte	0,239	+ 11,56.10^7
474,7	extrêmement faible	0,04 environ	$-$ 2,20.10^7
472,47	faible, fine	0,042	+ 2,37.10^7
427,48	forte	0,02	$-$ 1,38.10^7

Tysonite.

λ.		Δλ (R = 15000 gauss).	Rapport de la charge à la masse $\frac{e}{m} = 2\pi v \frac{\Delta\lambda}{\lambda^2} \frac{1}{R}$.
		μμ	
676,1	assez forte	0,041	$-1,13.10^7$
674,0	très forte	0,086	$-2,38.10^7$
668,3	assez forte	0,186	$-5,23.10^7$
626,70	faible, fine	0,04 environ	$+1,30.10^7$
624,97	assez forte, très fine	0,327	$\pm 10,52.10^7$
624,26	faible, très fine	0,121	$-3,90.10^7$
623,48	faible, très fine	0,05 environ	$-1,60.10^7$
622,49	faible, fine	0,03 à 0,05 environ	$+0,9$ à $1,6.10^7$
523,46	très forte, assez fine	0,054	$-2,48.10^7$
522,20	forte, fine	0,014 environ	$-0,64.10^7$
518,57	forte, assez fine	0,027 »	$+1,26.10^7$
517,3	très forte, large	0,053	$+2,49.10^7$
511,0	faible, floue	0,092	$-4,43.10^7$
509,8	très faible, floue	0,033 environ	$+1,60.10^7$
508,72	faible, assez fine	0,099	$-4,81.10^7$
507,91	forte, assez fine	0,054	$-2,63.10^7$
507,35	forte, assez fine	0,109	$+5,32.10^7$
506,44	faible, assez fine	0,04 environ	$+2,00.10^7$
472,14	assez forte, très fine	0,01 »	$-0,60.10^7$
426,80	très forte, très fine	0,01 »	$+0,70.10^7$
425,98	forte, très fine	0,01 »	$-0,70.10^7$
399,6	assez forte, floue	0,08	$+6,30.10^7$

Les résultats les plus importants de cette étude sont les suivants :

1° Dans la parisite, de même que dans les cristaux précédemment étudiés, *les vibrations circulaires absorbées de même sens ne sont pas toutes déplacées du même côté* sous l'action d'un champ magnétique. Ce résultat, qui dans les premières expériences pouvait paraître exceptionnel, se généralise donc de plus en plus, et nous sommes conduits à admettre dans ces cristaux, soit une inversion du champ magnétique à l'intérieur de certaines régions où vibreraient des électrons négatifs, soit l'existence simultanée d'électrons négatifs et d'électrons positifs. En faveur de cette dernière hypothèse on peut remarquer que l'une des bandes les plus fines de la tysonite ($624^{\mu\mu},97$)

se dédouble dans chacun des deux spectres qui correspondent aux vibrations circulaires; elle se comporte comme si elle était due à la fois à des électrons positifs et à des électrons négatifs possédant même période et même rapport de la charge à la masse, les électrons positifs étant les plus nombreux, car la composante qui leur correspond est la plus intense.

2° Les déplacements de certaines bandes (parisite $509^{\mu\mu},57$ et tysonite $624^{\mu\mu},97$) sont considérables et correspondraient d'après la théorie de Lorentz, et en admettant que la valeur absolue de la charge soit toujours la même, à des corpuscules possédant une masse environ six fois plus faible que la masse des corpuscules cathodiques.

3° La comparaison des résultats obtenus avec la parisite et la tysonite montre que *les bandes sensibles se trouvent dans des groupes analogues*. Ainsi les groupes compris entre $505^{\mu\mu}$ et $525^{\mu\mu}$ contiennent dans chacun des deux cristaux un grand nombre de bandes sensibles; au contraire, dans les groupes extrêmement nets situés entre 560 et 590, on ne rencontre pas de bande sensible pour la tysonite et l'on ne trouve pour la parisite qu'une bande à peine perceptible.

La comparaison ne peut guère être poussée plus loin et je n'ai pu établir une correspondance entre les bandes des deux cristaux. Considérons, en effet, les bandes 517,3 de la tysonite et 518,6 de la parisite qui paraissent se correspondre étant toutes deux à l'extrémité de groupes analogues et subissant sous l'action des changements de température des déplacements sensiblement égaux; il semble naturel de les attribuer à des électrons de même espèce et l'on peut penser que les déplacements sous l'action du champ magnétique doivent être les mêmes : l'expérience montre que ces déplacements ont lieu dans le même sens et sont comparables, mais les mesures ne sont pas assez précises pour que l'on puisse affirmer si ces déplacements sont ou ne sont pas identiques. D'autre part, le groupe orangé de la tysonite et le groupe vert de la parisite contiennent chacun une bande très sensible dont on ne retrouve pas l'analogue dans le groupe correspondant de l'autre cristal.

En résumé, les propriétés magnéto-optiques de ces deux cristaux de même famille présentent de grandes ressemblances dans l'ensemble, mais aussi de notables différences dans le détail des phénomènes.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le mouvement de l'électricité sans liaisons ni forces extérieures.* Note de M. T. LEVI-CIVITA, transmise par M. Poincaré.

Les équations fondamentales du champ électromagnétique dans le vide (ou dans des milieux tels que l'air) s'écrivent, d'après Hertz,

$$\text{(I)}\quad \begin{cases} A\dfrac{dX}{dt} = \dfrac{dM}{dz} - \dfrac{dN}{dy} - 4\pi A u, \\ A\dfrac{dY}{dt} = \dfrac{dN}{dx} - \dfrac{dL}{dz} - 4\pi A v, \\ A\dfrac{dZ}{dt} = \dfrac{dL}{dy} - \dfrac{dM}{dx} - 4\pi A w; \end{cases}$$

$$\text{(II)}\quad \begin{cases} A\dfrac{dL}{dt} = \dfrac{dZ}{dy} - \dfrac{dY}{dz}, \\ A\dfrac{dM}{dt} = \dfrac{dX}{dz} - \dfrac{dZ}{dx}, \\ A\dfrac{dN}{dt} = \dfrac{dY}{dx} - \dfrac{dX}{dy}; \end{cases}$$

$$\text{(III)}\quad \frac{dX}{dx} + \frac{dY}{dy} + \frac{dZ}{dz} = 4\pi\rho;$$

$$\text{(IV)}\quad \frac{dL}{dx} + \frac{dM}{dy} + \frac{dN}{dz} = 0.$$

Dans ces équations : (X, Y, Z) représente la force électrique, (L, M, N) la force magnétique, ρ la densité électrique, (u, v, w) le courant; $A = \frac{1}{c}$ (c vitesse de la lumière); le trièdre de référence $Oxyz$ est supposé *sinistrorsum* (tandis que Maxwell et aussi M. Lorentz ont adopté la convention opposée).

Soit dS un élément de volume dans le champ. Il est occupé par une charge électrique $\rho\, dS$ et traversé par un courant dont les composantes sont $u\, dS$, $v\, dS$, $w\, dS$. Cet élément se trouve soumis à une force mécanique, définie, d'après M. Lorentz, par les trinomes

$$dS[\rho X + A(Mw - Nv)], \qquad dS[\rho Y + A(Nu - Lw)], \qquad dS[\rho Z + A(Lv - Mu).]$$

Supposons qu'il s'agisse d'un champ électromagnétique pur, c'est-à-dire entretenu exclusivement par le mouvement de l'électricité, sans intervention de matière pondérable, ni de liaisons entre les charges électriques, ni

d'aucune action extérieure. Alors la force dont on vient de parler est la force totale sollicitant dS. D'autre part sa masse matérielle est nulle. Il faut donc (pour ne pas violer le principe fondamental de la dynamique ordinaire : force = masse × accélération) que l'on ait en tout point du champ

$$(\mathrm{V})\qquad \begin{cases} \rho X + A(Mw - Nv) = 0, \\ \rho Y + A(Nu - Lw) = 0, \\ \rho Z + A(Lv - Mu) = 0. \end{cases}$$

Ces équations en termes finis, jointes au système différentiel (I)-(IV), sont caractéristiques des champs électromagnétiques purs. Toute région de l'espace où elles sont vérifiées est par là même le siège d'un champ pur. On remarquera qu'elles sont au nombre de 10, précisément égal à celui des inconnues : $X, Y, Z; L, M, N; \rho; u, v, w$.

Une conséquence immédiate des (V) et (III) c'est que, dans un champ pur, il ne peut exister nulle part de l'électricité à l'état de repos. Si, en effet, $u = v = w = 0$, il en résulte nécessairement $\rho = 0$. On arrive à la même conclusion en cherchant à vérifier les équations (I)-(V) par des fonctions linéaires des variables indépendantes. Ces remarques peuvent donner l'impression [1] qu'un véritable transport d'électricité sans liaisons, ni forces extérieures soit impossible. Il n'en est rien cependant, comme on peut le constater dans la solution particulière que je vais indiquer. Elle donne lieu d'espérer qu'on en trouvera d'autres, correspondant aux mouvements d'un électron isolé, et permettant ainsi d'éviter les liaisons cinématiques, qui figurent maintenant dans toute mécanique des électrons (Abraham, Lorentz, Bucherer, Langevin, Poincaré). De telles hypothèses particulières sont bien précieuses pour arriver rapidement à des prévisions concrètes avec la certitude qu'en tout cas on ne s'éloignera pas beaucoup de la réalité. Mais elles entraînent la demande : Ces liaisons tout à fait immatérielles d'où proviennent-elles? Il est évidemment à souhaiter de n'avoir pas à se poser de telles questions.

Cherchons à satisfaire à (I)-(V) en supposant que le mouvement de l'électricité soit rectiligne, que le champ soit transversal par rapport à la direction du mouvement, les deux forces électrique et magnétique étant en outre perpendiculaires entre elles.

---

[1] Voyez par exemple POINCARÉ, *Sur la dynamique de l'électron* (*Rend. del Circolo matematico di Palermo*, t. XXI, 1906).

On peut alors poser

$$u = \rho V, \quad v = w = 0; \quad Y = E, \quad Z = X = 0; \quad N = H, \quad L = M = 0,$$

et nos équations se réduisent à

(I′) $$\frac{dH}{dy} + 4\pi A \rho V = 0, \qquad A\frac{dE}{dt} = \frac{dH}{dx};$$

(II′) $$\frac{dE}{dz} = 0, \qquad A\frac{dH}{dt} = \frac{dE}{dx};$$

(III′) $$\frac{dE}{dy} = 4\pi\rho;$$

(IV′) $$\frac{dH}{dz} = 0;$$

(V′) $$\rho E + AH\rho V = 0.$$

Il s'ensuit que tout doit être indépendant de z. En se bornant aux trois autres variables x, y, t, en exigeant que ρ ne s'annule pas et en éliminant ρV de la première des équations (I′) moyennant (III′) et (V′), on a le système équivalent :

(1) $$A\frac{dE}{dt} = \frac{dH}{dx}, \qquad A\frac{dH}{dt} = \frac{dE}{dx}, \qquad \frac{d}{dy}(H^2 - E^2) = 0;$$

(2) $$\frac{dE}{dy} = 4\pi\rho, \qquad cE + HV = 0.$$

Les deux dernières équations définissent ρ et V en fonction de E et de H. Les (1) s'intègrent sans peine et donnent pour E et H les expressions générales que voici :

(1′) $$\begin{cases} E = \eta(y)\varphi(x - ct) + \dfrac{1}{\eta(y)}\psi(x + ct), \\ H = -\eta(y)\varphi(x - ct) + \dfrac{2}{\eta(y)}\psi(x + ct), \end{cases}$$

η, φ, ψ désignant des fonctions arbitraires des arguments indiqués.

En prenant $\psi = 0$, on a affaire à des ondes planes (non homogènes, en général) se propageant avec la vitesse c dans la direction positive de l'axe des abscisses. Les équations (2) donnent alors

$$\rho = \frac{\eta'(y)}{4\pi}\varphi(x - ct), \qquad V = c.$$

Dès que η dépend effectivement de y, ρ n'est pas nul; d'autre part ρV mesure le courant. C'est donc de l'électricité, qui se meut avec la vitesse de

la lumière. Les trajectoires des particules ne sont que les rayons (normales aux surfaces d'onde).

Pour $\eta = \text{const.}$, $\rho = 0$, et l'on retrouve les ondes de l'éther, envisagées ordinairement. A ce point de vue la théorie ondulatoire se présente comme un cas particulier, ou, si l'on veut, comme un cas limite de la théorie de l'émission.

PHYSIQUE. — *Sur quelques modifications qui produisent le dédoublement de la courbe de désactivation de la radioactivité induite.* Note (¹) de MM. **Ed. Sarasin** et **Th. Tommasina**, présentée par M. Becquerel.

Poursuivant l'étude de la radioactivité induite, nous avons déjà signalé quelques faits nouveaux, entre autres l'existence d'une inégalité de la dispersion électrique provoquée par cette radioactivité, de façon que chaque corps, activé avec charge, a deux courbes de désactivation, dont celle des décharges positives est toujours la plus élevée pour les conducteurs métalliques nus, tandis que; pour les conducteurs recouverts d'une couche isolante, c'est la courbe des décharges négatives qui est la plus élevée.

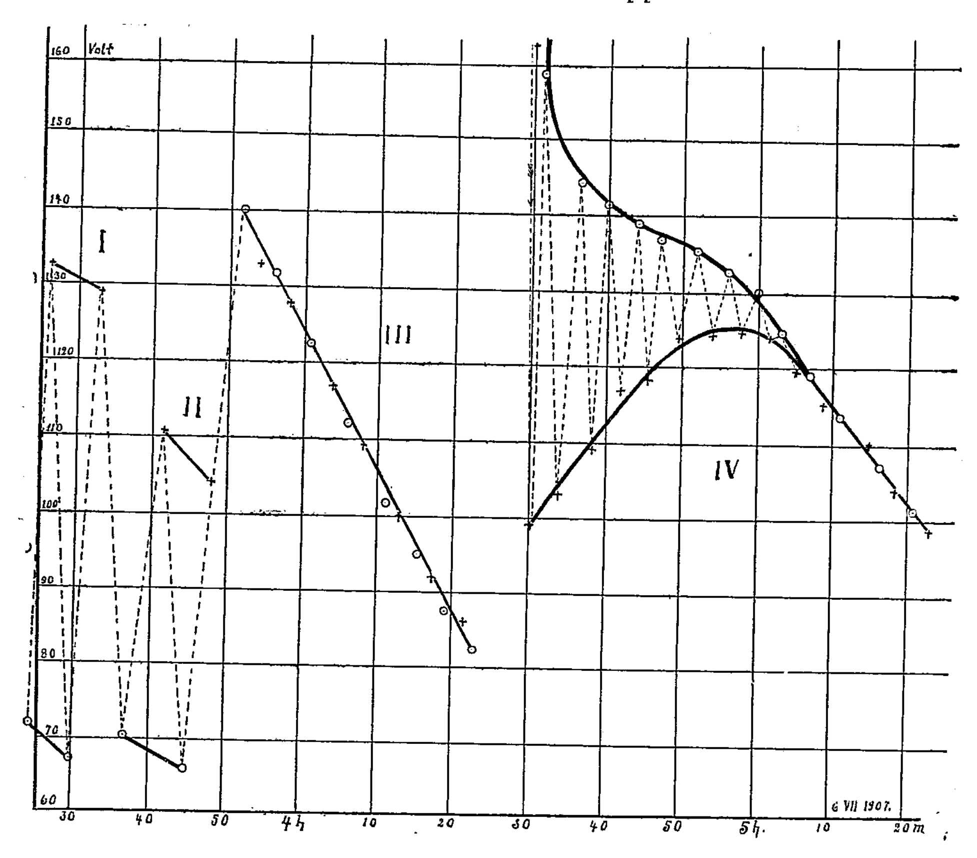
Nous avons entrepris de nouvelles recherches pour découvrir la cause de ce phénomène.

Au lieu d'opérer dans l'air libre, où l'activation obtenue est toujours très faible, nous avons, cette fois, utilisé un volume d'air limité, rendu riche en émanation par la présence d'un sel de radium. Il nous a été possible, par là, de réduire de beaucoup les dimensions des conducteurs à activer, concentrant ainsi l'énergie de l'action sur des surfaces plus petites. En outre, tandis qu'à l'air libre il nous fallait faire agir toujours la charge électrique, nous avons pu, actuellement, faire des expériences de contrôle en activant les mêmes conducteurs sans aucune charge, la richesse en émanation fournissant une radioactivité induite d'intensité suffisante.

Ces expériences de contrôle, avec des activations sans charge électrique, nous permirent de constater que dans ce cas l'on a encore les deux courbes, si l'on interpose un écran en toile métallique, mais que les fils métalliques recouverts d'une gaine isolante ne produisent plus l'effet en sens contraire, mentionné plus haut. Il semble donc que cet effet doive être attribué à une *action spéciale de la charge négative qui ferait pénétrer les électrons dans la couche diélectrique, d'où ils se dégageraient ensuite lentement, pendant que les*

(¹) Présentée dans la séance du 29 juillet 1907.

particules positives α restées à la surface agissent d'emblée avec leur activité maxima. C'est ce que montre le diagramme IV, dans lequel la courbe des décharges positives produites par les électrons commence très bas, indiquant une action faible, mais monte rapidement, au lieu de descendre dès l'origine, comme c'est le cas pour la courbe des décharges négatives produite par les particules α, ainsi que de toutes les courbes de désactivation connues. Ce diagramme a été obtenu sans aucun écran ni support.



Nous avons constaté, dès le début de ces dernières expériences, qu'un corps fortement activé sans charge aucune, par exposition dans une atmosphère riche en émanation, ne donne, sans écran ni support, qu'une seule courbe. (Voir le diagramme III.)

Dans la figure les lignes interrompues et en zigzag indiquent la marche des lectures successives de l'électromètre, qui était porté chaque fois au potentiel de 226 volts, mais alternativement de signes contraires, et les lignes pleines sont les courbes de désactivation, se rapportant chacune à un seul et même signe. La quatrième série

d'expériences, qui a donné comme résultat le diagramme IV, a été faite avec un gros fil de cuivre recouvert de caoutchouc, suffisamment rigide pour conserver la forme de spirale cylindrique, pouvant se maintenir dans l'appareil de dispersion sans support, activé avec charge et par exposition dans la cloche à radium pendant une heure. Quant aux diagrammes I et II, ils montrent l'action des écrans dans le cas d'un fil métallique nu, en spirale rigide, activé sans charge; le I avec un écran à trous de 2^{mm}, et le II avec un écran ayant des vides de 4^{mm}.

En résumé, il résulte de nos expériences :

1° *Qu'un corps quelconque radioactivé sans charge négative ne donne qu'une seule courbe de désactivation par les dispersions des deux signes ;*

2° *Qu'un conducteur nu radioactivé avec charge négative donne également une seule courbe ;*

3° *Qu'un conducteur, recouvert d'une couche isolante activée avec charge négative, donne au commencement deux courbes dont la positive d'abord très basse monte rapidement jusqu'à rejoindre presque la négative pour la suivre ensuite dans sa chute régulière, montrant la pénétration des rayons* β *dans la couche isolante ;*

4° *Que l'interposition d'écrans en toile métallique sur le passage de l'action dispersive produit immédiatement le dédoublement de la courbe de désactivation, la courbe positive se plaçant au-dessus, dans le cas d'un fil métallique nu, radioactivé sans charge ou avec charge, ou bien encore dans le cas d'un fil recouvert d'une couche isolante radioactivé sans charge, dessous, au contraire, lorsque ce dernier a été radioactivé sous l'action d'une charge négative.*

L'action qu'exerce l'interposition d'écrans en toile métallique semble contraire à l'hypothèse que les décharges de l'électroscope sont l'effet de l'ionisation de l'air et favorable à l'idée d'une action directe des rayons secondaires [1].

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le poids atomique du radium.* Note de Mme **Curie**.

La détermination du poids atomique du radium que j'ai publiée en 1902 [2] avait été effectuée avec 9^{cg} de chlorure de radium. De nouveaux traitements ayant fourni depuis cette époque quelques décigrammes de chlorure sensi-

(1) Nous avons beaucoup varié les expériences sur l'action des écrans. La brièveté de cette Note nous empêche d'en rendre compte.

(2) *Comptes rendus*, juillet 1902.

blement pur, j'ai entrepris un traitement de purification qui m'a permis d'obtenir 4^{dg} de chlorure de radium parfaitement pur et de recommencer la détermination du poids atomique de radium dans des conditions bien meilleures que précédemment ([1]).

Le traitement de purification consistait comme précédemment en un fractionnement par cristallisation dans l'eau additionnée d'acide chlorhydrique ou en une précipitation fractionnée par l'alcool de la solution aqueuse. Le progrès du fractionnement était contrôlé par des photographies du spectre d'étincelle obtenu avec le spectrographe qui avait jadis appartenu à Demarçay. Il est commode, en particulier, de comparer la valeur relative des raies 4554,4 du baryum et 4533,5 du radium. Ces raies, très voisines, se prêtent bien à une comparaison. La raie 4554,4 est la plus forte dans le spectre du baryum et la raie 4533,5 est une raie d'importance moyenne dans le spectre du radium.

Quand la purification a été arrêtée, la raie la plus forte du baryum était encore très faiblement visible à côté de sa voisine. Son élimination complète semblait difficile avec la quantité de matière dont je disposais. On verra plus loin que la pureté du sel était néanmoins très grande.

Une difficulté s'est présentée au courant du travail. Quand on évapore dans une capsule ou dans un verre une solution limpide de sel de radium, le sel sec obtenu n'est généralement pas complètement soluble dans l'eau, mais laisse un résidu. Je me suis assurée que ce résidu est dû en partie à la formation de sulfate de radium par suite de la présence de traces d'acide sulfurique dans les réactifs (traces qui ne peuvent être révélées au moyen de sels de baryum qu'après concentration des réactifs), et en partie à l'at-

---

([1]) J'ai déjà eu l'occasion de remercier ceux qui nous ont apporté, dans les premières années de nos recherches sur les substances radioactives nouvelles, l'aide indispensable au succès de ces travaux si coûteux (Mme CURIE, *Thèse de doctorat*). Qu'il me soit permis d'exprimer de même ma reconnaissance à ceux auxquels je dois actuellement, en grande partie, d'avoir pu réunir une quantité relativement importante de sel de radium. Le meilleur minerai de radium (résidu de la pechblende de Joachimsthal après extraction de l'urane) étant extrêmement demandé, le Gouvernement autrichien a consenti, sur la proposition de l'Académie de Vienne, à nous réserver le droit d'acquérir 10 tonnes de ce minerai. M. le baron E. de Rothschild a bien voulu fournir les fonds nécessaires pour cette acquisition. Enfin, les traitements relatifs à ce minerai ont été faits et continuent à se faire dans l'usine de M. Armet de Lisle qui nous rend le grand service de prendre à sa charge la totalité des frais de traitement, et qui de plus, avec la plus grande complaisance, nous autorise à faire effectuer dans son usine, à titre gracieux, les essais d'étude relatifs aux substances radioactives.

taque lente des vases par les sels de radium. J'ai donc été amenée à préparer spécialement tous les réactifs employés. L'eau a été distillée dans un alambic en platine, recueillie et conservée dans une bouteille en platine; cette eau a servi à préparer de l'acide chlorhydrique qui était également conservé dans une bouteille en platine. L'acide azotique, l'alcool, l'azotate d'argent ont été purifiés également. Il n'est pas possible de faire cristalliser le chlorure de radium en présence de l'acide chlorhydrique dans une capsule de platine, car celle-ci est franchement attaquée. Mais, en faisant cristalliser rapidement la solution limpide dans une capsule de porcelaine, on obtient des cristaux qui, après avoir été séchés, se dissolvent dans l'eau purifiée sans résidu et peuvent, par conséquent, servir pour la détermination du poids atomique.

La méthode employée pour cette détermination est la même que précédemment. Elle consiste à doser à l'état de chlorure d'argent le chlore contenu dans un poids connu de chlorure de radium anhydre. D'après mes expériences anciennes, confirmées par de nouvelles observations, le chlorure de radium qui vient d'être préparé perd son eau de cristallisation quand on le chauffe à l'étuve au-dessus de 100° et atteint un poids parfaitement constant après avoir subi une chauffe d'une demi-heure à 150°.

Les pesées étaient faites avec une balance apériodique Curie à lecture directe des poids inférieurs au décigramme. Cette balance à pesées très rapides est exacte au $\frac{1}{10}$ de milligramme et ne demande que 10 secondes pour atteindre sa position d'équilibre. La pesée du chlorure de radium est plus difficile que celle du chlorure d'argent, parce que le premier de ces sels absorbe la vapeur d'eau assez rapidement; il est donc indispensable de le laisser refroidir avant la pesée dans un dessiccateur à anhydride phosphorique, et l'on ne peut recommencer la pesée qu'après un nouveau séjour à l'étuve, et cela même quand la cage de la balance contient des corps desséchants.

Après chaque dosage le radium se trouve à l'état d'azotate avec de l'azotate d'argent. On élimine l'argent par l'acide chlorhydrique, et l'acide azotique par cristallisation répétée en présence d'acide chlorhydrique.

Voici les nombres obtenus dans trois expériences consécutives et les poids atomiques P qui s'en déduisent en admettant que le radium est un métal bivalent et que les poids atomiques de l'argent et du chlore sont :

$$Ag = 107,8, \qquad Cl = 35,4.$$

Chlorure de radium.	Chlorure d'argent.	P.
0,4052	0,3906 — 0,00006	226,35
0,4020	0,3879 — 0,00006	226,04
0,39335	0,3795 — 0,00006	226,15

Poids des cendres du filtre : 0,00006.

Les pesées des deux chlorures sont considérées comme exactes à $\frac{1}{10}$ de milligramme près. Ces trois expériences très concordantes donnent pour le poids atomique du radium la valeur moyenne Ra = 226,18.

Les expériences faites en 1902 avec un chlorure de radium très pur avaient donné des résultats moins concordants et une moyenne de 225. Le spectre du sel dosé récemment témoigne d'un degré de pureté un peu plus grand, cependant l'écart d'une unité environ pour le poids atomique ne peut être attribué à cette cause. J'ai en effet effectué l'expérience de contrôle suivante : avec quelques milligrammes du sel pur de 1907 j'ai préparé une solution que j'ai additionnée d'une petite quantité d'une solution titrée de chlorure de baryum. La proportion de sel de baryum dans le mélange était 0,61 pour 100. Dans le spectre de ce sel on constate un grand accroissement de l'intensité du spectre du baryum, alors que le changement de poids atomique calculé d'après l'addition connue de chlorure de baryum n'est que de 0,7 unité. D'après l'examen des spectres il est manifeste que la différence entre les nombres obtenus en 1902 et en 1907 ne doit être attribuée qu'à la précision moindre des expériences faites sur 9^{cg} de sel de radium seulement et avec des réactifs moins bien purifiés.

L'expérience précédente prouve aussi que la réaction spectrale du baryum en présence du radium est très sensible et que le chlorure de radium qui a servi pour le dosage doit être considéré comme très pur. Il ne contient certainement pas 0,1 pour 100 de chlorure de baryum.

Je pense pouvoir conclure de ce travail que le poids atomique du radium est égal à 226,2

$$(Ag = 107,8;\ Cl = 35,4)$$

avec une erreur probable inférieure à une demi-unité.

Si l'on adopte les valeurs Ag = 107,93, Cl = 35,45 on trouve

$$Ra = 226,45.$$

Les reproductions des spectres et la description des détails des expériences paraîtront dans le journal *Le Radium*.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le dégagement de l'émanation par les sels de radium à diverses températures.* Note de M. **L. Kolowrat**, transmise par M. G. Lippmann.

La quantité d'émanation que produit par unité de temps un sel de radium est, comme on le sait, une constante invariable. Quand le sel est en

solution, il dégage facilement toute l'émanation qu'il produit; mais, à l'état solide, une partie seulement est émise, le reste s'emmagasinant dans le sel. La quantité émise par un sel solide augmente considérablement avec la température (¹).

Sur la proposition de Mme Curie, j'ai entrepris d'obtenir quelques données quantitatives sur ce phénomène; voici le dispositif employé. Le sel, un chlorure de Ba-Ra, d'activité 250 environ par rapport à l'uranium, se trouve au fond d'un tube de platine, enfermé à son tour dans un tube de quartz, lequel est introduit verticalement dans un four électrique. Le tube de quartz est réuni à un robinet à trois voies, qui permet d'établir la communication soit avec l'air extérieur, soit avec un condensateur cylindrique dans lequel le vide a été fait au préalable. La quantité d'émanation qu'on a fait passer du tube dans le condensateur, par une manœuvre convenable du robinet, est mesurée suivant la méthode habituelle du quartz piézo-électrique. La température du four est donnée par un couple Pt-Ir.

Voici les principaux résultats des mesures (²) :

1. Si un sel est porté à la fusion, on peut en extraire toute l'émanation qui est accumulée dans sa masse; cette conclusion ne fait que confirmer les expériences réalisées précédemment par M. J. Curie et par J. Danysz au laboratoire de Mme Curie. On obtient le résultat précité en comparant les quantités dégagées à la fusion, après un temps d'accumulation déterminé, avec celles qu'on peut extraire, par des opérations appropriées, d'une solution qui a été enfermée en vase clos pendant le même temps. Un sel ayant subi une fusion pendant 15 ou 20 minutes est donc momentanément privé d'émanation, si l'on a eu soin de faire un nombre suffisant d'extractions de l'air qui est en contact avec le sel.

2. Si l'on enlève de cette façon toute l'émanation contenue dans un sel, si l'on ferme ensuite le tube et si l'on établit une température donnée, la quantité d'émanation qui aura été dégagée après un temps défini ($3^h 45^m$ dans mes expériences) est une fonction de la température. Cette quantité est faible à la température ordinaire et égale à 1 pour 100 environ de la production totale; en élevant la températnre, elle reste constante jusqu'à 350°; elle augmente ensuite assez rapidement et atteint 90 pour 100 de la production à 830°. Elle subit alors une baisse à 60 pour 100 vers 920°, pour remonter non moins brusquement jusqu'à 100 pour 100 à la fusion (945° environ).

(¹) Mme Curie, *Thèse*, p. 129.

(²) Une description plus détaillée des expériences et leur représentation graphique paraîtront dans le journal *Le Radium*.

3. Pour voir si l'anomalie observée entre 830° et 945° était un phénomène particulier au chlorure, j'ai transformé une certaine quantité de celui-ci en fluorure et j'ai refait une expérience du même genre. La courbe obtenue, quoique étudiée moins soigneusement que pour le chlorure, semble avoir la même forme et présenter une anomalie analogue entre 960° et 1130° environ, la fusion ayant lieu à 1212°. Comme pour le chlorure, un dégagement notable ne commence qu'à une température assez élevée (600° environ).

4. Pour étendre l'étude du phénomène à des temps plus longs, on enlevait l'émanation à la fusion, on établissait la température voulue et on la maintenait pendant 24 heures, en recueillant l'émanation disponible de 4 heures en 4 heures. En connaissant ainsi la quantité dégagée, en calculant la quantité produite et en tenant compte de la destruction spontanée, on calculait aisément la quantité qui reste absorbée dans le sel après chaque prise.

Si l'on porte ces dernières quantités en ordonnées, le temps étant représenté par les abscisses, on obtient des courbes qui ont une allure différente selon que la température correspondante se trouve ou non dans l'intervalle de l'anomalie signalée plus haut. Dans le second cas, c'est-à-dire au-dessous de 830°, les courbes diffèrent peu de droites pour 24 heures d'absorption; on peut les représenter par des expressions de la forme

$$x = \frac{C}{\mu}(1 - e^{-\mu t}), \tag{1}$$

où C est une constante, différente pour chaque température, et μ une autre constante. Vu la faible courbure et le petit nombre de points sur chaque courbe, et aussi la difficulté de maintenir une température tout à fait constante, il n'est pas possible de calculer exactement le coefficient μ; mais il semble être du même ordre de grandeur que le coefficient λ qui caractérise la destruction spontanée de l'émanation et qui est égal à $\frac{1}{138} = 0,0072\,(\text{heure})^{-1}$.

Une des séries a été prolongée jusqu'à 80 heures; les quantités absorbées satisfont ici assez bien à la formule $x = 47,9(1 - e^{-0,0072t})$ (unités arbitraires).

5. Dans l'intervalle de l'anomalie, la quantité absorbée pendant les premières heures est relativement grande; la courbe d'absorption en fonction du temps monte assez rapidement au début, mais atteint bientôt un maximum tel que la quantité accumulée ne varie plus avec le temps. Par exemple, une série de ce genre, prolongée jusqu'à 52 heures, est exactement reprensentée par la formule $x = 3,89(1 - e^{-0,097t})$, d'après laquelle la courbe

devient sensiblement parallèle à l'axe des t au bout de 34 heures environ.

6. Il semble probable que la quantité x peut toujours être représentée par l'expression (1), qui est l'intégrale de l'équation

$$\frac{dx}{dt} = C - \mu x, \tag{2}$$

si $x = 0$ au moment $t = 0$.

On a vu que C est un coefficient qui dépend de la température et qui, à la température ordinaire, est sensiblement égal à la vitesse de production de l'émanation.

Dans d'autres observations, on a laissé l'émanation s'accumuler à froid et l'on a chauffé ensuite le sel à θ^0. Le sel contient alors un surplus d'émanation qui se dégage peu à peu pendant la chauffe, de sorte que la quantité qui reste absorbée après une chauffe suffisamment prolongée semble être la même que si la température θ avait été établie dès le début de l'accumulation.

Il résulte de ces dernières expériences que, lorsqu'on veut appliquer la méthode de chauffe au dosage du radium dans des minerais ou d'autres substances solides par le dégagement de l'émanation, il est indispensable d'opérer à la fusion; il est en effet impossible d'extraire d'une matière radifère solide toute l'émanation qu'elle contient, lorsque cette matière n'est pas fondue.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la dissociation du carbonate de chaux.* Note de M. D. **Zavrieff**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La dissociation du carbonate de chaux, découverte il y a quarante ans par Debray, a été étudiée complètement par M. H. Le Chatelier [1], qui fit à cette occasion la première application de son pyromètre électrique. Cette étude n'avait jamais été reprise. Les progrès réalisés dans la mesure des températures et certaines anomalies des expériences anciennes rendaient désirable une nouvelle étude de la dissociation du carbonate de chaux. Sur le conseil de M. H. Le Chatelier, j'ai entrepris ce travail. Je me suis particulièrement attaché à obtenir une température aussi uniforme que possible : c'est le point capital pour l'exactitude des résultats. La dissociation se pro-

[1] *Comptes rendus*, t. CII, 1886, p. 1243.

duit toujours dans la partie la plus chauffée et, si la soudure du pyromètre ne se trouve pas au même point, les mesures peuvent être complètement faussées; les températures trouvées sont trop basses.

J'ai, de plus, sur le conseil de M. H. Le Chatelier, essayé dans certaines des expériences de mouiller le carbonate de chaux avec un mélange fondu de carbonates doubles alcalins et alcalino-terreux, dont il avait eu l'occasion de constater antérieurement la grande fusibilité ([1]). Par ce procédé on devait accélérer l'établissement de l'équilibre. Il s'est en effet produit trois fois plus rapidement. Dans tous les cas on s'est assuré, en partant alternativement de pressions plus fortes et de pressions plus faibles, que la pression limite avait bien été atteinte. Les expériences ont été faites sur un poids de 5^g en employant tantôt le marbre blanc, tantôt la calcite avec ou sans l'addition du mélange de sels fusibles. Le détail complet des expériences fera l'objet d'un Mémoire spécial; nous nous contenterons de donner ici le résultat final des mesures.

Températures................	926°	910°	892°	870°	840°	815°	725
Pressions en millim. de Hg....	1022	755	626	500	342	230	67

La température de 910° correspond donc à la tension de dissociation d'une atmosphère. C'est la température que M. H. Le Chatelier avait trouvée pour la décomposition rapide du carbonate de chaux. Il avait trouvé au contraire pour la décomposition lente une température de 100° inférieure qui aurait dû être cependant la température réelle de dissociation. Cet écart doit être attribué au poids considérable de matière sur lequel il avait opéré dans ces dernières expériences, plus d'une centaine de grammes, masse trop considérable pour que l'on puisse être certain d'en maintenir la température uniforme.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages de nickel et d'étain.* Note de M. **Em. Vigouroux.**

Les alliages de teneur en étain de 57,65 à 66,76 pour 100 font l'objet du présent Mémoire. Aucune modification n'a été apportée à leur préparation ni à leur méthode d'analyse ([2]); les meilleurs résultats ont été obtenus avec

([1]) *Comptes rendus,* t. CXVIII, 1894, p. 415.

([2]) Voir *Comptes rendus,* t. CXLIV, p. 639, 712 et 1351; t. CXLV, p. 246.

les produits le plus lentement refroidis. Les corps broyés ou porphyrisés, dans le cas d'attaques antérieures, étaient soumis : *a*, soit à l'action de l'acide chlorhydrique dans le but d'en séparer Ni^3Sn^2; *b*, soit à l'action de l'acide azotique pour en éliminer NiSn. Leurs propriétés physiques sont voisines : ils sont fragiles, brillants et non magnétiques.

Culot I à 59,66 pour 100 d'étain. Brillant et exempt de reflets brunâtres; très dur et se casse facilement en présentant une section grenue; tombe en poussière au mortier d'Abich.

a. Fragmenté, puis traité par une solution chlorhydrique à 25 pour 100, il diminue rapidement de poids; au bout de 6 heures il est réduit au tiers et le résidu titre alors : nickel 40,23 pour 100; étain 59,58 pour 100; total 99,81. Ce dernier, porphyrisé et soumis à une nouvelle attaque semblable, se trouve réduit à la quantité de matière nécessaire pour un dosage qui donne pour 100 : nickel 40,14; étain 59,25; total 99,39.

b. L'acide azotique concentré attaque très vivement le culot, mais au début seulement. Après un premier traitement, la teneur en étain est de 60,45 pour 100 et de 61,18 après un second.

Culot II à 60,25 pour 100 d'étain. Sa cassure est presque lisse.

a. L'acide chlorhydrique étendu agit énergiquement; après la première attaque, on trouve : nickel 40,37 pour 100; étain 58,90 pour 100; total 99,27 et après la seconde : nickel 41,25 pour 100; étain 57,80 pour 100; total 99,05. De nouvelles opérations ne modifient pas cette dernière composition qui correspond presque exactement à la formule Ni^3Sn^2.

b. Le culot broyé a été traité par l'acide azotique à 25 pour 100; le dosage de la partie laissée donne : nickel 40,35 pour 100; étain 60,11 pour 100; total 100,46. Deux autres attaques, effectuées à l'aide du même acide concentré, n'ont fait que peu progresser la teneur en étain qui est montée à 61,30 pour 100 après la première et à 62,51 pour 100 après la seconde.

Culot III à 61,74 pour 100 d'étain :

a. La solution chlorhydrique à 25 pour 100 amène la composition centésimale suivante : nickel 38,86; étain 60,22; total 99,08, après la première attaque qui réduit de moitié le poids du culot, et : nickel 41,23; étain 58,75; total 99,98 après la deuxième qui laisse peu de matière. Ces chiffres approchent de Ni^3Sn^2.

b. La solution azotique à 25 pour 100, agissant sur 10g de matière, fournit des résidus successifs de 5g,5, 3g,5 et 0g,3 dont les teneurs centésimales correspondantes sont, pour le premier : nickel 37,20; étain 62,58; total 99,78; pour le second : nickel 36,99; étain 62,96; total 99,95; pour le troisième : nickel 35,31; étain 64,32; total 99,63; chiffres qui tendent vers NiSn.

Culot IV à 63,03 pour 100 d'étain :

a. L'acide chlorhydrique n'abaisse sa teneur qu'à 61,95 pour 100.

b. L'acide azotique concentré donne, après une première attaque : nickel 35,97; étain 63,73 pour 100; total 99,70 et, après une deuxième : nickel 33,53; étain 65,50 pour 100; total 99,03. Cette dernière composition est voisine de celle de NiSn.

Culot V à 65,92 pour 100 d'étain :

a. L'acide chlorhydrique ne modifie pas sensiblement sa composition.

b. L'acide azotique pur met en solution du nickel et un peu d'acide métastannique. Le premier résidu, égal aux $\frac{4}{5}$ de la matière primitive, renferme : nickel 33,72; étain 66,63 pour 100; total 100,35, composition répondant à la formule NiSn et qui reste constante malgré de nouvelles attaques.

Bref, les alliages de teneur en étain comprise entre 57,65 et 66,76 pour 100 perdent généralement de l'étain, sous l'action de l'acide chlorhydrique, et tendent vers la limite 57,65 qui correspond à la formule Ni^3Sn^2 (que nous nous proposons de vérifier); ils en gagnent, au contraire, sous l'effet de l'acide azotique et tendent vers la limite 66,76 qui est celle du corps NiSn, corps qui s'isole assez nettement à partir d'une teneur voisine de 62 pour 100.

Enfin, résumant nos premiers résultats généraux relatifs à certains caractères physiques, nous dirons : ces alliages ne sont doués de *magnétisme* que de 0 à 40,22 pour 100 (à ce chiffre correspondrait Ni^3Sn); leur *fragilité* augmente avec leur teneur; elle diminue à partir de 66,76 pour 100 (chiffre qui correspond à NiSn); de 85 à 100, ils présentent une certaine *malléabilité;* enfin, leur *sonorité* se manifeste entre 66,76 et 85 pour 100.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude sur les alliages de cobalt et d'étain.* Note (1) de M. F. **Ducelliez**, transmise par M. A. Haller.

Comme suite à mon dernier travail (2) j'ai étudié des culots de teneur en étain inférieure à 57 pour 100 et j'ai pu en séparer un alliage dans lequel les deux métaux se rencontrent dans la proportion de 4 d'étain pour 3 de cobalt.

Culot A. — Ce culot contient 8,76 pour 100 d'étain. Fragmenté, puis attaqué par l'acide azotique à 15 pour 100 et nettoyé par la potasse, il laisse peu de matière. Ce résidu fournit à l'analyse :

	I.	II.
Cobalt..........	40,22 pour 100	39,52 pour 100
Étain...........	59,36 »	60,26 »
	99,58	99,78

(1) Reçue dans la séance du 29 juillet 1907.

(2) F. Ducelliez, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 24 juin 1907, p. 1432.

Culot B. — Sa teneur en étain est de 16,28 pour 100. Traité comme le précédent, il donne une poudre fine grise de composition :

	I.	II.
Cobalt..........	42,34 pour 100	42,39 pour 100
Étain...........	57,12 »	57,75 »
	99,46	100,14

Culot C. — Pour ce lingot, la teneur en étain a été portée à 29,25 pour 100; il est plus fragile que les précédents. Il m'a fourni un résidu de composition :

	I.	II.
Cobalt..........	42,80 pour 100	42,42 pour 100
Étain...........	57,18 »	57,30 »
	99,98	99,72

Culot D. — Les deux métaux ont été mélangés avant fusion dans la proportion répondant à la formule Co^3Sn. Le lingot a donné à l'analyse 39,88 pour 100 d'étain.

Une première attaque à l'acide azotique à 15 pour 100 donne un produit qui, nettoyé par la potasse, contient 51,36 pour 100 d'étain; une nouvelle opération faite sur le résidu précédent donne :

	I.	II.
Cobalt..........	42,20 pour 100	41,42 pour 100
Étain...........	57,48 »	57,75 »
	99,68	99,17

Culot E. — Il est de couleur gris clair et très fragile, il se casse en tombant sur la brique. Il contient 51,96 pour 100 d'étain. Le résidu s'obtient par l'acide azotique seul; il donne à l'analyse :

	I.	II.
Cobalt..........	41,31 pour 100	42,57 pour 100
Étain...........	57,84 »	57,06 »
	99,15	99,63

Culot F. — Les résidus des culots étudiés jusqu'ici ont à peu près la même composition; j'ai obtenu le culot F en fondant de l'étain et du cobalt mélangés dans cette proportion; son dosage lui assigne 57,25 pour 100 d'étain. Particulièrement cassant, il se brise en donnant une poussière brillante ressemblant aux résidus obtenus après attaque. Cette poussière, mise au contact de l'acide azotique, ne donne pas l'attaque vive constatée au début des opérations précédentes. J'obtiens un résidu contenant :

	I.	II.
Cobalt..........	41,48 pour 100	42,86 pour 100
Étain...........	57,85 »	57,18 »
	99,33	100,04

Après porphyrisation et deuxième attaque très longue, le résidu donne à l'analyse 57,58 pour 100 d'étain. La composition reste donc sensiblement constante.

Composé Co^3Sn^2. — Les culots contenant de 0 à 57 pour 100 d'étain, attaqués par l'acide azotique et la potasse s'il y a lieu, donnent donc des corps de teneur en étain variant de 57 à 60 pour 100, ces limites n'étant du reste atteintes que très rarement. La plupart des résidus se rapprochent beaucoup de la formule Co^3Sn^2 dont le pour 100 calculé est : cobalt 42,35 ; étain 57,65.

La fragilité de ces culots augmente avec la proportion d'étain, le poids de Co^3Sn^2 obtenu après attaque également.

La teneur 40 pour 100 d'étain ne m'a rien montré de particulier. Un composé correspondant à Ni^3Sn isolé par M. E. Vigouroux (1) n'est donc pas probable.

Ces alliages se comportent comme des mélanges de cobalt et de Co^3Sn^2, la proportion de ce dernier corps augmentant avec la teneur en étain.

Propriétés. — L'alliage se présente sous forme d'une poudre brillante n'ayant pas un aspect cristallin bien caractérisé.

Tous ces culots donnant Co^3Sn^2 sont attirables à l'aimant. La propriété magnétique disparaît entre 57 et 59 pour 100 d'étain, le composé indiquant probablement la limite. Ces alliages ne se comportent pas, à ce point de vue, comme ceux de nickel.

La densité calculée 7,79 est plus faible que la densité trouvée 8,86.

Les propriétés chimiques sont voisines de celles du composé CoSn : ce dernier paraît cependant être plus sensible à l'action de l'acide chlorhydrique, mais résiste mieux à l'acide azotique que Co^3Sn^2.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'action de quelques corps sur l'iodure de potassium.* Note (2) de M. **B. Szilárd**, transmise par M. A. Haller.

J'ai observé qu'un assez grand nombre de substances solides, insolubles dans l'eau, avaient la propriété d'agir sur une dissolution d'iodure de potassium, en mettant en liberté une certaine quantité d'iode.

Si l'on prépare les oxydes d'uranium, de thorium, de fer, de cobalt, de manganèse, de cuivre, de nickel, etc., par décomposition complète d'un

(1) E. Vigouroux, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 17 juin 1907, p. 1351.

(2) Reçue dans la séance du 12 août 1907.

sel quelconque (azotate, chlorure, sulfate) sous l'influence de la chaleur et si l'on place l'oxyde ainsi obtenu dans une dissolution concentrée d'iodure de potassium contenant un peu d'amidon, on constate que le liquide devient bleu au bout d'un temps plus ou moins long; cette réaction a également lieu en faisant l'expérience dans une atmosphère d'acide carbonique.

La même action a été constatée avec quelques minéraux (tourmaline, pyromorphite, samarskite, fergusonite, clévéite, pechblende, etc.).

L'intensité de la décomposition est très variable et ne paraît pas liée d'une manière simple à la composition du minéral. Ainsi les tourmalines foncées donnent une action visible après une journée et les tourmalines claires seulement au bout de 5 jours.

L'action la plus intense a été constatée avec certains minéraux d'uranium (pechblende, fergusonite); cependant d'autres minéraux d'urane (certaines espèces de thorianite, la carnotite, l'orangite) ne produisent aucune action.

Le minéral le plus actif est la pechblende de Joachimsthal; certains échantillons présentent une action presque immédiate, d'autres ne donnent d'action visible qu'au bout de quelques heures.

En employant une pechblende très active et une dissolution concentrée d'iodure de potassium sans amidon, la décomposition produit de l'iode libre; cet iode attaque le minerai et la liqueur filtrée donne les réactions des métaux contenus dans la pechblende. Une quantité notable de plomb est presque toujours présente dans cette dissolution.

On peut avoir le même effet avec de l'oxyde d'uranium et obtenir une solution d'iodure d'uranium.

La pechblende en petits morceaux peut être lavée à l'eau froide ou chaude, même à l'acide sulfurique sans perdre cette propriété. Les liquides de lavage ont cependant acquis la même propriété, mais à un degré moindre. Quand la pechblende a été chauffée au rouge, son action devient plus faible, mais ne disparaît pas complètement.

Au contraire, il est très remarquable que, si l'on pulvérise très finement la pechblende, son action est très fortement diminuée et dans certains cas presque complètement supprimée.

Pour obtenir une réaction avec la pechblende, le contact n'est pas absolument nécessaire. Le papier, imbibé de réactif et posé au-dessus de la pechblende humide dans un vase clos, devient bleu au bout d'une journée.

Il est vraisemblable que les parties actives entraînées par la vapeur d'eau produisent la réaction.

La pechblende ne décompose pas notablement le bromure ou le chlorure de potassium.

Les expériences ont montré que la radioactivité de la pechblende n'a aucun rapport avec son activité vis-à-vis de l'iodure de potassium.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle méthode très sensible pour la recherche qualitative du nickel.* Note de M. **M.-Emm. Pozzi-Escot**, transmise par M. Ad. Carnot. (Extrait.)

On sait quelles difficultés on éprouve à caractériser le nickel en présence de très grandes masses de sels de cobalt et je ne crois pas trop m'avancer en disant que c'est là un des plus délicats problèmes de la chimie minérale qualitative : le nickel jusqu'à aujourd'hui n'avait pas de réaction propre et sensible.

La méthode que je propose est basée sur la remarque suivante, que j'avais eu l'occasion de faire autrefois et qui me paraît ne pas avoir été encore publiée : le molybdate de nickel, qu'on peut obtenir par double décomposition entre un sel de nickel et un molybdate alcalin, est insoluble dans une solution aqueuse, neutre ou faiblement acide, renfermant un excès suffisant de molybdate alcalin; le molybdate de cobalt est, au contraire, excessivement soluble dans les mêmes conditions.

Je rappelle que la formation de molybdate de nickel, par double décomposition, ne paraît pas avoir encore été indiquée; il n'en est fait aucune mention dans le *Traité de Chimie* de M. Moissan, ni dans le *Dictionnaire* de Wurtz; aussi je me propose de poursuivre l'étude de ce corps.

On applique l'observation précédente de la manière suivante : les sulfures de cobalt et de nickel obtenus suivant la méthode générale de recherche qualitative et, en particulier, dans mon laboratoire, par la méthode de M. Carnot, ou bien simplement les sels de cobalt et de nickel ou le sel de nickel pur sont dissous dans l'eau régale; on neutralise la solution aqueuse presque exactement par un alcali, tout en ayant soin de conserver une légère acidité minérale et l'on ajoute un grand excès de solution aqueuse de molybdate d'ammonium saturée; on chauffe enfin doucement jusque vers 70° en agitant. En présence de cobalt, la solution prend une coloration rose et, s'il y a du nickel, il se fait immédiatement, ou au bout de quelques minutes, un précipité blanc verdâtre. cristallin et très lourd, plus ou moins abondant ou simplement un louche; s'il n'y a pas de nickel, la solution reste absolument limpide. La formation d'un précipité est absolument caractéristique du nickel en l'absence de métaux autres que le cobalt; le zinc, le cadmium, le manganèse, etc., précipitent également, mais, comme on possède d'excellents moyens pour les éliminer, cela n'offre aucun inconvénient.

Si l'on veut poursuivre la caractérisation des éléments, on filtre et dans le filtrat se

trouve tout le cobalt ; sur le filtre reste le molybdate de nickel. On le lave avec une solution saturée de molybdate d'ammonium et il est facile d'y caractériser le nickel, après avoir éliminé le molybdène par un procédé quelconque.

Cette méthode permet de caractériser avec une absolue certitude de très faibles quantités de nickel, en présence de quantités quelconques de cobalt; c'est ainsi qu'un élève sans aucune expérience peut caractériser en quelques minutes 1^{cg} de nickel, en présence de 500 fois son poids de cobalt.

Aucune des méthodes connues jusqu'à ce jour ne permet d'arriver à ce résultat sans une grande expérience et sans une perte de temps considérable; c'était une caractérisation absolument impossible pour un élève. Il faut noter que, si le cobalt se trouvait à l'état de sel de cobaltamine, il serait immédiatement précipité, même à froid, par le molybdate alcalin; c'est là, en effet, la réaction proposée par M. Carnot pour caractériser le cobalt. Dans ce cas, et dans ce cas seulement, la réaction ne serait pas applicable; mais il faut remarquer que les sels de cobaltamine sont faciles à transformer en sels de cobalt.

Cette réaction fournit également un procédé de recherche microchimique du nickel qui présente une sensibilité et une certitude qui laissent bien loin toutes les autres méthodes proposées: le molybdate de nickel est cristallin et se présente sous forme de petites lamelles carrées excessivement nettes dont les angles sont souvent légèrement altérés. Je dois faire observer que cette méthode est la première qui permette de caractériser microchimiquement le nickel en présence du cobalt et qu'elle est, au point de vue microchimique, l'une des plus sensibles. Il est bon de noter toutefois que le molybdate de zinc ressemble beaucoup au molybdate de nickel; le cadmium et le manganèse précipitent également, mais ne sauraient être confondus.

J'indiquerai en terminant que les sels purs de cobalt vendus dans le commerce renferment une faible quantité de nickel; ainsi, si l'on traite 1^{g} de nitrate pur de cobalt de Merck, dissous dans 1^{cm^3} d'eau, par un excès de molybdate d'ammonium, on obtient en moins d'une heure un précipité très léger, blanc verdâtre; l'addition de 0^{g}-$0^{g},0005$ de sulfate de nickel à la solution filtrée provoque presque immédiatement un précipité abondant.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des halohydrines dissymétriques et propriétés des oxydes d'éthylène correspondants.* Note de MM. **Fourneau** et **Tiffeneau**, transmise par M. A. Haller.

I. *Préparation des α-halohydrines dissymétriques.* — Les halohydrines ci-dessous décrites ont été obtenues par action des dérivés organomagnésiens, soit sur la chloracétone (Tiffeneau), soit sur l'éther chloracétique (Fourneau), soit encore sur leurs homologues. Dans la plupart des cas il se forme, en même temps, des *produits secondaires* à points d'ébullition très voisins de ceux des chlorhydrines; nous sommes néanmoins parvenus à les isoler en traitant le produit brut de la réaction soit avec de la potasse qui transforme les chlorhydrines en oxyde d'éthylène, à point d'ébullition notablement inférieur, soit avec la diméthylamine qui les transforme en aminoalcools solubles dans les acides.

Chlorhydrine du méthyléthylglycol : $(C^2H^5)(CH^3) = C(OH) - CH^2Cl$. — Elle s'obtient par action de C^2H^5MgBr sur la chloracétone [1] (éb. 152°-153°; $d_0 = 1,068$). Le produit secondaire formé dans cette réaction est un alcool $C^7H^{16}O$. Purifié par transformation en benzoate, il bout à 149°-150° (corrigé); $d_0 = 0,8518$ (butyrate : éb. 195°-198°; $d_0 = 0,883$; isovalérate : éb. 208°-209°; $d_0 = 0,837$; benzoate : 147° sous 17mm; $d_{16} = 0,987$). L'oxydation chromique le transforme en une cétone $C^7H^{14}O$, de même teneur en carbone et non combinable au bisulfite (éb. 136°-138°; $d_{19} = 0,8248$; la semicarbazone fond à 137°). Ces diverses propriétés ou constantes permettant d'écarter deux alcools isomères, dont la formation pouvait être normalement prévue [2], nous avons assigné à notre alcool la formule $(C^2H^5)(CH^3) = CH - CHOH - CH^2 - CH^3$, dont la vérification a été faite synthétiquement. En faisant réagir C^2H^5MgBr sur l'aldéhyde méthyléthylacétique, nous avons en effet obtenu un alcool possédant les mêmes constantes et fournissant à l'oxydation la même cétone (semicarbazone fusible à 137°).

---

(1) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 775.

(2) Nous avons préparé spécialement deux alcools dont on pouvait à première vue concevoir la formation; l'un, le méthyléthylpropylcarbinol, pouvant provenir de la copulation du dérivé magnésien avec l'halogène : c'est un alcool tertiaire et son point d'ébullition (139°-141°) est notablement inférieur; l'autre, l'alcool diéthylpropylique secondaire $(C^2H^5)^2 = CH - CHOH - CH^3$, aurait pu se former par addition et copulation du dérivé organomagnésien avec la forme tautomère de la chloracétone

$$CHCl = COH - CH^3;$$

cet alcool, qui présente des constantes voisines (éb. 148°-152°; $d_0 = 0,8531$), fournit à l'oxydation la diéthylacétone (éb. 136°-138°; $d_{19} = 0,823$) combinable au bisulfite et dont la semicarbazone fond à 98°.

Comme l'action de C^2H^5MgBr sur l'oxyde de méthyléthylène dissymétrique (éb. 81°-82°; $d_0 = 0,843$),

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle C - CH^2 + C^2H^5MgBr \rightarrow C^2H^5 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CHOH - CH^2 - CH^3, \quad (\text{C et } CH^2 \text{ liés par } O)$$

fournit, après purification par KOH, le même alcool (éb. 149°-151°; $d_0 = 0,850$), il est vraisemblable ([1]) que c'est à la présence de cet oxyde, engendré au cours de la réaction principale, que doit être attribuée la formation de l'alcool

$$(C^2H^5)(CH^3) = CH - CHOH - C^2H^5;$$

toutefois il ne nous a pas été possible jusqu'ici d'isoler cet oxyde.

Chlorhydrine du diméthylglycol diss. : $(CH^3)^2 = C(OH) - CH^2Cl$. — Cette chlorhydrine (éb. 127°-128°; $d_0 = 1,087$) s'obtient par action de $IMgCH^3$ (Tiffeneau) ou mieux de $BrMgCH^3$ (L. Henry) sur la chloracétone. Il se forme accessoirement, ainsi que l'a également observé Henry ([2]), l'alcool secondaire connu

$$(CH^3)^2 = CH - CHOH - CH^3$$

dont la constitution est nettement déterminée; toutefois comme sa formation pouvait être aussi bien expliquée par addition et copulation du dérivé magnésien sur la forme tautomère de la chloracétone $CHCl = COH - CH^3$, c'est surtout sur l'exemple précédent que nous nous sommes basés pour démontrer le mécanisme de la réaction secondaire.

Traitée par KOH la chlorhydrine ci-dessus fournit l'oxyde d'éthylène ([3])

$$(CH^3)^2 - C - CH^2 \quad (\text{C et } CH^2 \text{ liés par } O)$$

bouillant à 51°-52°; $d_0 = 0,865$.

Chlorhydrine du diéthylglycol diss. : $(C^2H^5) = C(OH) - CH^2Cl$. — On l'obtient par action de $BrMgC^2H^5$ soit sur le chloracétate d'éthyle ([4]) (Fourneau, Dalebroux et Wuyts), soit sur la 1-chloro-2-butanone $CH^3 - CH^2 - CO - CH^2Cl$ (éb. 125°-131°; $d_{20} = 1,073$). Cette chlorhydrine bout vers 158°-164° (brute); $d_0 = 1,057$; elle est mélangée de l'alcool $C^8H^{18}O$ (éb. 162°-164°) qui a vraisemblablement pour formule

$$(C^2H^5)^2 = CH - CHOH - C^2H^5;$$

$d_0 = 0,835$. L'oxyde fourni par cette chlorhydrine bout à 105°-106°; $d_0 = 0,837$.

([1]) FOURNEAU et TIFFENEAU, *Bul. Soc. chim.* 3e série, t. XXXIII, p. 741. — TIFFENEAU, *Ann. de Ch. et de Phys.* 8e série, t. X, p. 178, 192. — L. HENRY, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 24-25.

([2]) L. HENRY, *Loc. cit.*

([3]) FOURNEAU, Brevet français 350248 du 22 octobre 1904.

([4]) FOURNEAU, Brevet allemand RIEDEL, *Ch. Centralblatt*, 1906, I, p. 1584; ébullition 88° sous 35mm. — DALEBROUX et WUYTS, *Bul. Soc. chim. Belg.*, t. XX, p. 156; ébullition 70° sous 20mm.

La chlorhydrine du triméthylglycol $(CH^3)^2 = C(OH) - CHCl - CH^3$ (éb. 141° ; $d_0 = 1,053$), la chlorhydrine du méthyléthylméthylglycol

$$(C^2H^5)(CH^3) = C(OH) - CHCl - CH^3$$

(éb. 160°-165°; $d_0 = 1,034$) et la chlorhydrine du diéthylméthylglycol

$$(C^2H^5)^2 = C(OH) - CHCl - CH^3$$

(éb. 170°-174°; $d_0 = 1,021$) ont été préparées par action de $BrMgCH^3$ ou $BrMgC^2H^5$ sur la 3-chloro-2-butanone $CH^3CHCl - CO - CH^3$ (éb. 110°-116°; $d_{20} = 1,045$) ou sur le 2-chloropropionate d'éthyle (éb. 147° ; $d_0 = 1,102$). Les produits secondaires de ces réactions paraissent être des alcools tertiaires dont la formation peut s'expliquer soit par copulation, soit par formation d'oxydes d'éthylène. Les oxydes d'éthylène dérivés de ces chlorhydrines par action de la potasse sont respectivement l'oxyde de triméthyléthylène (éb. 75°-76° ; $d_0 = 0,845$) et l'oxyde de méthyléthylméthyléthylène (éb. 106°-108°; $d_0 = 0,831$) et l'oxyde de méthyldiéthyléthylène (éb. 128°-130°; $d_0 = 0,820$).

II. *Action des dérivés organomagnésiens sur les oxydes d'éthylène substitués dissymétriquement.* — Nos expériences ont porté sur deux sortes d'oxydes les uns disubstitués, les autres monosubstitués.

a. Avec les oxydes d'éthylène disubstitués dissous, la réaction se passe de la façon suivante [1] :

$$\begin{matrix} R \\ R \end{matrix} \!\!>\! \underset{\diagdown O \diagup}{C - CH^2} + BrMgR' \rightarrow RR = CH - CHOH - R'.$$

b. Avec les oxydes d'éthylène monosubstitués la réaction, effectuée sur l'épichlorhydrine et sur l'oxyde de styrolène, se passe comme suit :

$$R - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH^2} + BrMgR' \rightarrow R - CHOH - CH^2 - R'.$$

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la rhinanthine.* Note de M. Marcel Mirande, transmise par M. Guignard.

La *rhinanthine* $(C^{58}H^{52}O^{40})$ est un glucoside retiré des graines d'une Scrofulariacée parasite, le *Rhinanthus hirsutus*, par Hermann Ludwig (*Arch. der Pharm.*, 1868-1870). Depuis cette époque, ce corps a été signalé

(1) Fourneau et Tiffeneau, *Loc. cit.* — L. Henry, *Loc. cit.*

dans les graines d'autres plantes parasites de la même famille (*Euphrasia, Odontites, Pedicularis,* etc.). D'après Phipson (*Chem. News,* 1868), la rhinanthine se trouverait aussi dans des espèces non parasites comme *Antirrhinum majus* et *Linaria vulgaris.* En 1893, Hans Molisch (*Akad. Wien*) signale dans l'appareil végétatif du *Lathræa squammaria* une substance qui, dans l'acide chlorhydrique étendu, donne une matière colorante bleue. En 1899, Volkart (*Dissertation Zürich*) signale une substance à réaction analogue dans les racines de *Pedicularis;* l'étude des propriétés de l'extrait alcoolique de cette substance lui fait reconnaître la rhinanthine de Ludwig. Dans ces dernières années, A. Sperlich (*Bot. cent. Beih.,* 1902) étudie l'extrait alcoolique du *Lathræa* et reconnaît aussi que le chromogène signalé par Ludwig n'est autre que la rhinanthine. Il signale aussi l'existence de cette substance dans les suçoirs et l'appareil végétatif de quelques Rhinanthacées vertes (*Rhinanthus, Melampyrum, Tozzia, Pedicularis*).

Dans ces derniers temps j'ai reconnu que la rhinanthine, relativement rare dans les *Rhinanthus* et genres voisins (*Euphrasia, Odontites,* etc.) est contenue en grande abondance dans les Orobanches et les *Phelipæa.* J'ai pu l'extraire à un état suffisamment pur pour pouvoir en contrôler les propriétés chimiques. Cette N te a pour but de signaler ce fait et de préciser la détermination microchimique et la localisation de cette substance dans les plantes qui la contiennent.

Réactions microchimiques. — Les cellules qui renferment une quantité assez grande de rhinanthine sont remplies d'une substance jaunâtre dont l'intensité de coloration est renforcée par l'acide pyrogallique. L'acide chlorhydrique développe dans ces cellules une coloration bleue plus ou moins intense; l'acide étendu a une action généralement faible et souvent nulle. L'acide sulfurique concentré provoque une belle coloration bleue sous forme de fines gouttelettes remplissant les cellules, groupées en amas granuleux plus ou moins denses. L'adjonction de vanadate d'ammonium à l'acide sulfurique (réactif de Mandelin) active souvent l'intensité du bleuissement. Dans les cellules, le glucoside est très lentement soluble dans l'eau; assez rapidement soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme.

Localisation. — D'une manière générale, dans le suçoir, la racine, la tige et la feuille, la rhinanthine est strictement localisée dans l'appareil conducteur ligneux. Elle est contenue dans les cellules à parois cellulosiques entremêlées aux vaisseaux, bordant les vaisseaux annelés et spiralés et dans celles qui entourent le pôle vasculaire des faisceaux : cellules à membranes très finement ponctuées, à noyau souvent fusoïde dans les éléments allongés mais le plus souvent plus ou moins sphérique ou en forme de coing. La rhinanthine existe aussi à l'état d'imprégnation dans les membranes sclérifiées

des faisceaux ligneux. Sous l'action de l'acide sulfurique, le tissu ligneux se colore en beau vert ou en vert bleuâtre; la coloration ne se produit plus après un séjour des matériaux dans l'alcool u autre dissolvant de la rhinanthine.

Les Orobanches contiennent une quantité abondante de rhinanthine surtout dans la région inférieure renflée, ou *bulbe,* de leur tige. Ces bulbes fournissent pour l'extraction du glucoside des matériaux de premier ordre. Considérons, par exemple, l'*Orobanche hederæ.* Dans la racine, où le bois forme la presque totalité du cylindre central, les vaisseaux sont noyés dans une gangue de cellules pleines de rhinanthine. La masse principale du bulbe est formée de nombreux faisceaux à allure très tourmentée, isolés ou réunis en stèles, destinés surtout aux nombreuses petites racines qui tapissent la face inférieure de cette région. Les vaisseaux (éléments fermés, courts, rayés) courent à travers un parenchyme riche en rhinanthine. Dans la tige proprement dite où les faisceaux sont rangés en un cercle assez serré, les vaisseaux sont orientés en files radiales isolées ou groupées et séparées par des files de cellules à parois minces contenant de la rhinanthine dans les files même des vaisseaux.

La rhinanthine accompagne le bois des faisceaux des écailles de la tige, des sépales, des pétales et autres verticilles floraux. Mais dans la fleur le glucoside est contenu aussi dans certaines régions en dehors des faisceaux : on le trouve dans tout le tissu de la base des filets staminaux, dans la région de ces filets colorée en jaune et concrescente à la corolle; dans le parenchyme de la base de l'ovaire, région marquée elle aussi extérieurement par de la coloration jaune. L'assise unique du tégument ovulaire contient de l'amidon et une matière jaune granuleuse qui est de la rhinanthine. Dans la graine mûre les membranes du tégument sclérifié se sont imprégnées de rhinanthine et, par contre, la quantité de cette substance restant encore dans la cellule morte est peu considérable.

Les plantes du genre *Phelipæa* contiennent aussi une grande quantité de rhinanthine localisée de la même façon dans tout l'appareil végétatif, avec maximum dans la partie inférieure renflée des tiges, dans les racines, qui prennent ici un important développement, et dans les suçoirs que portent ces racines.

Considérons les Rhinanthacées. Dans le *Pedicularis comosa,* la racine et la base de la tige sont riches en rhinanthine contenue dans des cellules parsemées dans l'intérieur des faisceaux ligneux ou bordant ces faisceaux dans les rayons médullaires. Dans la tige proprement dite, à cercle ligneux continu, le glucoside est localisé dans le parenchyme périmédullaire entourant la pointe des faisceaux et dans les cellules à parois minces entremêlées aux files radiales des vaisseaux annelés et spiralés formant cette pointe. Même localisation dans les méristèles foliaires. Dans *Pedicularis palustris,* localisation analogue, mais la plante est bien moins riche en glucoside que l'espèce précédente.

Les Rhinanthacées, où pour la première fois la présence de la rhinanthine a été signalée (*Rhinanthus, Odontites, Euphrasia,* etc.), ont une teneur en glucoside très faible si on la compare à celle des espèces précédentes. La substance imprègne surtout la membrane ligneuse. Dans les graines de *Rhinanthus,* où la rhinanthine a été

découverte par Ludwig, la substance est localisée dans la dernière assise du tégument en contact avec l'albumen. La quantité de glucoside diminue à mesure que la graine mûrit; dans la graine mûre, l'assise à rhinanthine, écrasée comme les assises qui la surmontent, contient encore une petite quantité de glucoside.

Quel est le rôle de la rhinanthine dans l'économie des plantes parasites vertes ou incolores qui en sont pourvues? On ne peut encore le préciser. Notons cependant que chez les Orobanchacées la quantité de rhinanthine diminue à mesure que la graine mûrit et que la tige se dessèche. Lorsque la tige est desséchée, elle ne paraît plus contenir de glucoside. La partie inférieure renflée, ou bulbe, de la tige, survit pendant plusieurs jours à cette tige et contient encore une quantité assez abondante de rhinanthine qui ne peut servir à alimenter les parties supérieures désormais flétries. Malgré le déchet qu'elle éprouve en partie, la rhinanthine semble, d'après ce qui précède, constituer une matière alimentaire de réserve.

En terminant, retenons surtout ce fait intéressant d'un glucoside localisé spécialement dans le *bois* de certains végétaux généralement parasites.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la faune ichtyologique et sur l'âge des faluns de Pourcy (Marne)*. Note de M. **Maurice Leriche**, présentée par M. C. Barrois.

En 1902, Tuniot (1), sur les indications de MM. Pistat et Bellevoye, signalait, à l'ouest de Reims, sur la rive droite de la vallée de l'Ardre, entre Pourcy et Marfaux, l'existence de sables très coquilliers, véritables faluns, surmontant les « argiles à lignites sparnaciennes ». Il donnait, en même temps, une liste des Mollusques que lui avaient fournis ces sables, liste dans laquelle on remarque une association d'espèces saumâtres, caractéristiques des argiles à lignites, et de formes marines des sables de Cuise. Une liste plus complète, dressée par M. Molot et reproduite dans le travail synthétique, sur la Géologie des environs de Reims, que M. Laurent (2) vient de publier à l'occasion du récent Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, montre aussi la même association.

(1) Ad. Tuniot, *Sur un nouveau gisement fossilifère de la Marne* (*Bull. Soc. d'étude des Sciences natur. de Reims*, p. 1902).

(2) J. Laurent, *Études scientifiques sur le pays rémois* [*Reims en* 1907 (Reims, imprimerie Matot-Braine), p. 54].

Comme l'ont déjà fait remarquer MM. G. Dollfus (1), Depéret (2) et Laurent (3), le gisement de Pourcy paraît donc être comparable à celui de Sinceny.

J'ai récemment montré (4) que les sables de Sinceny représentaient un dépôt littoral de la mer yprésienne en transgression. M. Dollfus (5) s'est rallié à cette opinion. Les faluns de Pourcy doivent avoir ainsi, pour la région rémoise, la même signification que les sables de Sinceny pour les environs de Chauny, et être rattachés à l'Yprésien. C'est ce que met en évidence l'étude de la faune ichtyologique de ces faluns.

A l'occasion du Congrès que l'Association française pour l'avancement des Sciences vient de tenir à Reims, MM. Bellevoye, Guillaume, Molot et Pistat avaient exposé les nombreux restes de Poissons qu'ils ont recueillis dans les faluns de Pourcy. J'ai déterminé ces restes et reconnu les formes suivantes :

LABRIDÆ. — *Labrodon trapezoidalis* Leriche, *Phyllodus* cf. *toliapicus* L. Agassiz, *Egertonia* sp. [forme identique à celle des sables à Unios et Térédines des environs d'Épernay que M. Priem (6) a rapportée à *E. isodonta* Cocchi].

LEPIDOSTEIDÆ. — *Lepidosteus suessionensis* Gervais.

AMIADÆ. — *Amia* (*Pappichthys*) *Barroisi* Leriche.

CARCHARIIDÆ. — *Physodon secundus* Winkler.

LAMNIDÆ. — *Odontaspis cuspidata* L. Agassiz var. *Hopei* L. Agassiz, *O. macrota* L. Agassiz, *Lamna Vincenti* (Winkler) A.-S. Woodward.

---

(1) G. DOLLFUS *in* T. COOREMAN et G. DOLLFUS, *Compte rendu des excursions de la session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie dans les départements français de la Marne et de l'Aisne, du* 8 *au* 15 *août* 1901 (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. XVI, 1902, Mém., p. 231, 282). — G. DOLLFUS, *Revision des faunes continentales* [*Bull. Carte géol. de France*, n° 110 (t. XVI, 1904-1905), p. 4]. — ID., *Critique de la classification de l'Éocène inférieur* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIV, 1905, p. 382).

(2) CH. DEPÉRET, *Rapport préparatoire sur les progrès récents des connaissances sur les terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims* (*Bull. Assoc. française pour l'avancement des Sciences*, nouv. sér., n° 6, juin 1907, p. 11).

(3) J. LAURENT, *Loc. cit.*, p. 54.

(4) M. LERICHE, *Sur l'âge des « sables à Unios et Térédines » des environs d'Epernay et sur la signification du terme sparnacien* (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e sér., t. IV, 1904, p. 816; 1905).

(5) G. DOLLFUS, *Revision des faunes continentales* (*Bull. Carte géol. de France*, n° 110, t. XVI, 1904-1905, p. 4).

G. DOLLFUS, *Critique de la classification de l'Éocène inférieur* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIV, 1905, p. 375, 382).

(6) F. PRIEM, *Sur les Poissons de l'Éocène inférieur des environs de Reims* (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. I, 1901, p. 496, *Pl. XI, fig.* 15).

MYLIOBATIDÆ. — *Myliobatis striatus* Buckland.
PRISTIDÆ. — *Pristis* sp.

Ce qui caractérise surtout cette faune, c'est la fréquence des Labridés, dont la denture indique, pour ces Poissons éteints, un régime conchyphage et, par suite, des mœurs littorales. Or, c'est à l'époque yprésienne que la famille des Labridés a commencé à s'épanouir : *Labrodon trapezoidalis* et *Egertonia* sp. n'ont encore été rencontrés que dans les sables à Unios et Térédines des environs d'Épernay, c'est-à-dire dans l'Yprésien; *Phyllodus toliapicus* est une forme de l'Yprésien et du Lutétien. D'autre part, *Physodon secundus* et *Myliobatis striatus* ne remontent pas au delà de l'Yprésien. Enfin, c'est dans ce dernier étage que le genre *Pristis* apparaît pour la première fois. Quant aux Lamnidés des faluns de Pourcy, ils ont une extension verticale relativement grande et ne peuvent servir à déterminer exactement l'âge de cette formation, mais ce que l'on sait de la distribution dans le temps des Labridés, des Carchariidés, des Myliobatidés et des Pristidés est suffisant pour affirmer l'âge yprésien de ces faluns.

La présence de Poissons fluviatiles : *Lepidosteus suessionensis, Amia Barroisi* permet de préciser les conditions dans lesquelles s'est effectué le dépôt des faluns de Pourcy. Elle montre que ce dernier a dû se faire à proximité de l'estuaire d'un fleuve — probablement le même que celui dont dépendent les sables à Unios et Térédines des environs d'Épernay — qui se déversait dans la mer yprésienne après avoir traversé la région jurassique de l'est du Bassin de Paris et la Champagne pouilleuse. J'ai, en effet, reconnu, parmi les fossiles roulés, recueillis à Pourcy, des articles de tiges d'Encrines (*Millericrinus*) de l'Oxfordien et des fragments de Bélemnitelles du Sénonien supérieur. C'est ce fleuve qui a charrié les débris de Mammifères « sparnaciens » (*Coryphodon Oweni* Hébert, *Pachynolophus Vismæi* Pomel) signalés par M. Depéret [1] dans les faluns de Pourcy.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

---

[1] CH. DEPÉRET, *Loc. cit.*, p. 11-12.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AOUT 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude spectrale de la comète Daniel d 1907. Particularités de la queue.* Note de MM. **H. Deslandres** et **A. Bernard.**

Aussitôt que la comète Daniel *d* 1907 s'est annoncée comme brillante à une distance notable du Soleil, nous nous sommes proposé d'étudier et de photographier son spectre, et nous avons dans ce but organisé à l'Observatoire plusieurs appareils nouveaux.

La photographie des spectres cométaires exige en effet des dispositions spéciales, différentes de celles qui suffisent pour les étoiles. Le plus souvent, dans les comètes, la queue, la tête et même aussi parfois le noyau ont un diamètre apparent sensible et, même lorsque la comète est notée comme brillante, l'éclat de chaque point de son image est faible et le spectre ne peut être obtenu qu'avec une grande concentration de lumière, avec des faisceaux dont l'ouverture sur la dernière lentille est une fraction notable de la distance focale.

L'un de nous a déjà photographié à Meudon (¹) le spectre d'une comète (Borrelly *c* 1903) avec la grande lunette de 16^{m} (rapport d'ouverture $\frac{1}{26}$) et un spectrographe spécial (rapport final d'ouverture $\frac{1}{6,5}$). Mais la grande lunette n'est pas l'instrument le plus convenable; sur une seule épreuve, elle ne donne qu'une portion restreinte de la comète et, puisque le rapport

(¹) Deslandres, *Observations spectrales de la comète Borrelly* (1903 *c*) (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 393).

final d'ouverture doit être grand, il est plus naturel d'employer une lunette astronomique dont le rapport d'ouverture soit déjà notable.

Pour la comète de cette année, le directeur-adjoint a organisé deux sortes d'appareils : 1° des chambres à prismes sans fente, confiées à M. Bernard et dont les résultats sont exposés dans cette Note; 2° des spectrographes à fente, confiés à M. Bosler, mais dont la description et les résultats sont réservés pour une Note ultérieure.

La chambre prismatique (1) a de grands avantages : elle offre le maximum de simplicité avec la perte minima de lumière. Elle donne le spectre de la comète entière avec, il est vrai, un certain enchevêtrement des raies; mais cet inconvénient est diminué lorsque, pour une même longueur du spectre, on diminue la distance focale. Elle convient surtout pour une première reconnaissance, pour une étude d'ensemble du phénomène.

Nous avons organisé deux de ces chambres, l'une avec un prisme de 60° en flint et un objectif à portrait de 21cm de distance focale $\left(\text{rapport d'ouverture } \frac{1}{4,4}\right)$; l'autre avec un prisme et un objectif en quartz $\left(\text{rapport d'ouverture } \frac{1}{15}\right)$. Les pièces optiques de ces chambres n'ont pas été commandées exprès; elles existaient déjà dans la collection de l'Observatoire, aussi n'offrent-elles pas, celles de la seconde chambre surtout, les conditions les plus favorables.

Les deux chambres ont été réglées sur l'infini dans le laboratoire avec un collimateur à miroir, puis elles ont été fixées solidement à une monture équatoriale et de manière que l'arête du prisme soit à peu près parallèle à la queue de la comète; la même monture porte une lunette viseur de six pouces et une petite chambre photographique ordinaire sans prisme.

Ce dispositif permet de suivre facilement l'astre et fournit en même temps l'image de la comète et son spectre. Pendant la pose la comète est maintenue sur un fil réticulaire faiblement éclairé, qui est orienté préalablement suivant l'axe de la queue; et à la fin, on maintient aussi sur le même fil, au-dessus et au-dessous de la comète, une belle étoile, de manière à encadrer le spectre cométaire entre deux spectres stellaires connus, ce qui permet de mesurer grossièrement les longueurs d'onde.

Des épreuves intéressantes ont été obtenues le 9 août, le 15 août et surtout le 20 août (2), les plaques employées étant de la maison Lumière marque Σ, sauf avec la chambre à prisme de flint qui, avant le 20 août, a

(1) A notre connaissance, la chambre prismatique a déjà été employée pour les comètes par Pickering et de la Baume-Pluvinel.

(2) Temps moyen.

reçu des plaques orthochromatiques marque Color. Les poses ont varié de 30 minutes à 1 heure.

Les résultats sont les suivants :

Le spectre ordinaire des comètes apparaît net et intense; il comprend les bandes jaune, verte, bleue (λ 473) des hydrocarbures et aussi la bande ultra-violette caractéristique du cyanogène (λ 388), reconnue pour la première fois par Huggins dans la comète de 1881. Les bandes, celles des hydrocarbures au moins, ne semblent pas avoir leur maximum d'intensité au bord le plus réfrangible, ainsi qu'il arrive le plus souvent dans les comètes; mais ce point sera éclairci seulement avec un spectographe à fente; car, avec la chambre prismatique, les images des raies voisines sont enchevêtrées.

L'épreuve du 20 août avec le prisme de flint est la plus belle et la plus riche en détails. La bande du cyanogène s'y montre avec deux arêtes : l'arête principale λ 388, et la suivante plus réfrangible λ 387; elle est la plus intense du spectre [1].

Outre ces bandes fortes, l'épreuve du 20 présente des bandes faibles, de λ 458 à λ 452, de λ 429 à λ 423, de λ 404 à λ 400, qui offrent une particularité très curieuse. Ces bandes faibles se prolongent dans la queue jusqu'à 45 minutes d'arc du noyau, alors que les fortes restent confinées près de ce même noyau et la dernière est la plus faible [2].

Autrement dit, la queue aurait un spectre spécial qui n'est plus le spectre ordinaire, des hydrocarbures, et qui donc diffère du spectre relativement intense émis par le noyau et la tête [3]. Ce résultat ne s'applique encore

---

(1) Ce dernier fait est confirmé par la chambre en quartz, également transparente pour toutes les radiations; l'épreuve du 20 août avec cette chambre ne montre en effet qu'une seule bande, la bande λ 388. Ce résultat est même le seul fourni par cette chambre dont l'objectif et le prisme ont de trop petites dimensions.

(2) Le spectre du noyau et de la tête offre encore d'autres bandes faibles qui ne se prolongent pas dans la queue, à savoir : de λ 438 à λ 433, de λ 423 à λ 420,5, de λ 420 à λ 417,5.

La largeur de toutes ces bandes, pour la commodité, est donnée en longueurs d'onde; mais elle est complexe, car elle comprend, outre la largeur de la raie ou de la bande dans le spectre normal, la largeur de la comète ou de la portion de la comète qui émet la radiation. En réalité le milieu de la bande ainsi représentée a seul une signification précise. Les milieux des trois bandes de la queue sont, en longueurs d'onde, λ 455, λ 426 et λ 402.

(3) Pour ces bandes faibles, la chambre prismatique est supérieure au spectrographe

qu'à la région du spectre, photographiable avec les plaques ordinaires, qui s'étend du bleu à l'ultra-violet.

L'origine chimique de ces bandes faibles n'a pu être précisée; elles peuvent, soit représenter un mode vibratoire spécial des gaz carbonés (hydrogénés et oxygénés) ou de l'hydrogène seul ([1]), soit dépendre d'autres gaz. La bande centrale (λ429-λ423) est très voisine d'une bande forte qui est émise par le cône bleu du brûleur Bunsen, et qui est distincte de la série de bandes dite *des hydrocarbures*.

Cependant, l'existence de ces bandes faibles dans le spectre de la queue a été révélée par une seule épreuve; elle devra être confirmée par des expériences ultérieures, avant d'être acceptée comme certaine. Or, depuis le 20 août, le mauvais temps et ensuite la présence de la Lune ont empêché l'observation; et, comme la comète se rapproche du Soleil, il sera bientôt impossible de la photographier avec une chambre prismatique qui exige un ciel très noir.

Le résultat que nous annonçons pourra être utile aux astronomes qui opèrent en montagne ou dans une région dont l'aurore et le crépuscule ont une faible durée. La vérification sera plus facile avec une chambre prismatique ayant un rapport d'ouverture plus grand et une dispersion plus petite que celle employée dans nos recherches.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Développements parthénogénétiques en solution isotonique à l'eau de mer. Élevage des larves d'Oursins jusqu'à l'imago.* Note de M. **Yves Delage.**

Dans une Note récente (*Comptes rendus* du 22 juillet), j'ai fait connaître un procédé d'obtention de larves parthénogénétiques d'Oursins, très supé-

---

à fente; car elle impose une perte de lumière bien moindre, et de plus l'impression, en chaque point de l'image spectrale, est due non à un seul point de la comète, mais à plusieurs points en ligne droite.

([1]) Les deux bandes faibles de la queue λ455 et λ402 sont en effet très voisines de deux raies de l'hydrogène qui appartiennent à la deuxième série secondaire, découverte par Pickering dans le spectre de ζ Puppis et qui ont les longueurs d'onde λ454,24 et λ402,60.

D'ailleurs le spectre de la comète Borrelly, relevé en 1903 par Deslandres (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 394), et le spectre de la comète Daniel offrent vers λ468 un maximum anormal au milieu de la bande des hydrocarbures, là où se trouve une raie ou bande attribuée à l'hydrogène et présente dans le spectre de plusieurs étoiles.

rieur à ceux qui avaient été imaginés antérieurement par les autres et par moi-même. De nouveaux essais méthodiques m'ont permis de perfectionner encore ce procédé et je l'ai maintenant fixé de la manière suivante : A la solution appropriée (sur la composition de laquelle je vais revenir dans un instant), j'ajoute, pour 50^{cm^3} de solution, 27 gouttes d'une solution décinormale de tanin et j'y introduis les œufs; puis, après 5 minutes, j'ajoute 30 gouttes d'une solution décinormale titrée d'AzH^3, dont 27 pour la neutralisation et 3 pour l'alcalinisation très légère de la liqueur. Les œufs y sont laissés 1 heure puis lavés largement à l'eau de mer, où on les laisse se développer.

L'efficacité de ce procédé est telle qu'il m'a permis d'obtenir des larves, en proportions considérables, et avec une constance remarquable, dans des solutions auxquelles on n'aurait pas songé à s'adresser avec les procédés antérieurement connus.

Ces solutions sont généralement isotoniques à l'eau de mer, parfois hypotoniques. Notons bien qu'il s'agit ici non plus de concentrations moléculaires, comme dans mes précédents travaux et dans ceux de tous les autres auteurs, mais de pression osmotique vraie, c'est-à-dire en tenant compte de l'ionisation. Sauf mention formelle, toutes les solutions dont il va être question dans cette Note sont isotoniques à l'eau de mer. Les solutions hypotoniques sont caractérisées par la quantité de H^2O ajoutée aux solutions isotoniques.

Pour connaître la concentration qui correspond, pour chaque sel, à l'isotonie avec l'eau de mer, j'ai déterminé la pression osmotique de cette dernière par la cryoscopie ($\Delta = -2°,09$ à $-2°,10$, ce qui correspond à une pression de 1,135, celle d'une solution normale non ionisée étant prise pour unité), et j'ai cherché, au moyen des Tables de conductivité moléculaire, la concentration pour laquelle la dissociation δ est telle que la pression totale exercée par la somme des ions et des molécules entières soit égale à celle de l'eau de mer.

J'ai fait deux séries d'expériences.

Dans la première, j'ai pris pour point de départ la solution de $NaCl$ et j'y ai ajouté successivement les divers autres constituants de l'eau de mer, en cherchant pour chacun la proportion optima. Voici le résumé des principaux résultats :

$NaCl$ pur : bons résultats, très constants. L'addition de 5 pour 100 de H^2O améliore le résultat; la limite compatible avec l'obtention de quelques larves est environ 15 pour 100.

$NaCl + MgCl^2$: sensiblement meilleur que le précédent. Optimum : $NaCl$ 70, $MgCl^2$ 30.

$NaCl + KCl$: guère meilleur que $NaCl$ pur, sensiblement inférieur à $NaCl + MgCl^2$. Optimum : $NaCl$ 94, KCl 6.

$NaCl + CaCl^2$: meilleur que le précédent, inférieur à $NaCl + MgCl^2$; optimum : $NaCl$ 92, $CaCl^2$ 8.

$NaCl + SO^4Na^2$: très inférieur à $NaCl$ pur et à tous les précédents. Au delà de 10 pour 100 de SO^4Na^2, plus d'éclosion.

$NaCl + C^2O^5Ca$: très inférieur à $NaCl$ pur, diminue le pourcentage des éclosions, mais ne l'inhibe pas, même à doses plus fortes que dans l'eau de mer.

$NaCl + PO^4Na^3$: comme le précédent.

Je n'ai pas encore essayé l'action de la silice (¹).

Ainsi, $MgCl^2$, $CaCl^2$ et un peu KCl améliorent, à des degrés divers, l'action de $NaCl$; SO^4Na^2, C^2O^5Ca, PO^4Na^3 (²) la contrarient sans l'annihiler. On voit qu'il y a des bases divalentes dans les deux séries.

J'ai obtenu de beaux essaims de larves avec $CaCl^2$ pur et avec un mélange de $MgCl^2$ à 75 pour 100 et $CaCl^2$ à 25 pour 100, par conséquent *avec un seul sel à base divalente* ou *avec un mélange de deux sels à base divalente*, ce qui est tout à fait contraire à ce que l'on croyait possible.

Ces expériences ne permettent pas d'étudier séparément l'influence des divers sels aux divers degrés de concentration, car en diluant le sel on diminue la pression osmotique totale qui est un facteur important du phénomène.

La deuxième série d'expériences a eu pour but de résoudre cette difficulté.

Pour cela j'ai dilué les solutions des divers sels, non avec de l'eau, mais avec une solution de sucre, isotonique aux solutions salines et à l'eau de mer. Ces expériences m'ont fourni des résultats très intéressants, tout à fait inattendus et gros de conséquences, en ce qui concerne les théories de la parthénogenèse expérimentale. Voici le résumé des principaux résultats.

(¹) Une expérience, faite entre le jour de l'envoi de cette Note et celui où j'en corrige les épreuves, me permet d'ajouter l'indication suivante :

SiO^3Na^2 : employé à dose telle qu'il introduise dans la solution de $NaCl$ une proportion de SiO^2 égale à celle que les analystes attribuent à l'eau de mer, diminue à peine le pourcentage des éclosions; à dose plus faible il le diminue moins; à dose plus forte il le diminue davantage; à dose sept fois plus forte il permet encore quelques éclosions. Il exerce donc une faible action contrariante sans être inhibiteur.

(²) Ajouter : SiO^3Na^2.

Tous les sels principaux de l'eau de mer, employés séparément, NaCl, KCl, $MgCl^2$, $CaCl^2$, SO^4Na^2, SO^4Mg, $MgBr^2$, *peuvent déterminer la parthénogenèse des œufs d'Oursins.* Mais leur efficacité et la concentration à laquelle leur action est optima sont extrêmement variables. Voici les caractéristiques de chacun d'eux :

NaCl : bon; optimum : NaCl 70, sucre 30; pression du sel par rapport à l'eau de mer 0,7 (la pression totale restant celle de l'eau de mer).

KCl : très médiocre, détermine des dissociations de blastomères; optimum : KCl 5, sucre 95; pression 0,05.

$MgCl^2$: très bon; optimum : $MgCl^2$ 90; sucre 10; pression 0,9.

$CaCl^2$: très bon; optimum : $CaCl^2$ 95, sucre 5; pression 0,95.

SO^4Na^2 : très médiocre; optimum : SO^4Na^2 90, sucre 10; pression 0,9.

SO^4Mg : assez bon; optimum : SO^4Mg 20, sucre 80; pression 0,2.

$MgBr^2$: très bon; optimum : $MgBr^2$ 10, sucre 90; pression 0,1.

On voit que l'acide sulfurique divalent paraît inhibiteur, à moins qu'il ne soit uni à une base divalente.

Ces résultats confirment les arguments déjà présentés dans ma précédente Note contre la théorie des ions-protéides ou toute autre réclamant l'intervention simultanée d'ions monovalents et divalents.

J'ai essayé divers mélanges de ces sels sans grand avantage encore; mais je poursuis les expériences.

L'eau de mer elle-même, si réfractaire, permet le développement des œufs quand on la dilue avec la solution sucrée : optimum, eau de mer 30, sucre 70.

Le glucose, substitué au saccharose, donne des résultats sensiblement inférieurs. Je compte essayer les autres sucres.

Mais, de tous ces résultats, le plus inattendu est celui-ci : la solution pure de saccharose permet des développements parfois fort abondants. A noter que toutes les précautions ont été prises pour écarter l'introduction de tout électrolyte dans la liqueur (sauf, bien entendu, la quantité insignifiante représentée par les gouttes de tanin et d'ammoniaque). Pour cela, les œufs, au lieu d'être extraits de l'oursin et délayés dans un peu d'eau de mer, étaient puisés directement dans les ovaires avec une pipette [1].

---

(1) Même précaution pour s'assurer de l'action des sels employés séparément. Tous les sels cités ci-dessus comme capables de déterminer la parthénogenèse, sous l'action du tanin et de l'ammoniaque, étaient employés sans trace dans la liqueur d'autre électrolyte qu'eux-mêmes.

Ainsi, voilà, grâce au procédé au tanin et à l'ammoniaque, des œufs d'un animal marin lancés dans la voie du développement parthénogénétique, dans une solution ne déterminant aucune pression osmotique supérieure à celle des œufs eux-mêmes et ne contenant aucun des constituants de l'eau de mer ni aucun autre électrolyte! Que deviennent après cela les théories qui font reposer le phénomène sur l'action des électrolytes agissant soit par les charges de leurs ions, soit comme oxydants, soit par leur pression osmotique? En ce qui concerne ce dernier point, je ferai même remarquer que la solution sucrée devient quelque peu plus efficace lorsqu'on abaisse sa pression osmotique au-dessous de celle de l'eau de mer par une addition de 10 pour 100 d'eau distillée.

Je ne propose pas ce procédé au sucre pur comme une méthode de choix. Il laisse souvent les blastomères se dissocier et est inférieur à ceux où interviennent des électrolytes; mais il n'en donne pas moins des essaims de larves, souvent abondants, et ces larves, parfaitement constituées et même très jolies, deviennent des *Pluteus* dans le délai normal.

En ce qui concerne le stade auquel j'ai pu conduire l'élevage des larves d'Oursins, j'ai le plaisir d'annoncer que, après cinq années d'efforts, j'ai enfin réussi. *J'ai obtenu de vrais Oursins munis de tous les organes caractéristiques : piquants, pédicellaires, ambulacres. J'en ai actuellement quatre, dont trois ont grimpé contre les parois de verre des vases d'élevage, où ils se maintiennent aisément au moyen de leurs ambulacres, ce qui montre qu'ils ont abandonné définitivement la vie larvaire pélagique.* Le plus avancé, large de plus de 1^{mm}, provient d'une expérience du 17 juin; les autres sont du 4 juillet. D'autres *Pluteus* et plusieurs *Brachiolaria* d'Astéries sont en bonne voie, et tout permet d'espérer qu'ils franchiront aussi la période difficile de la métamorphose.

Il n'est donc plus permis de dire qu'il manque quoi que ce soit d'essentiel à ces êtres pour lesquels l'intervention du parent mâle a été remplacée par une pure action chimique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxyde de propylène* $H^3C - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH^2}$.

Note (1) de M. **Louis Henry**.

J'ai fait voir, après M. Grignard, que l'oxyde d'éthylène $\underset{\diagdown O \diagup}{H^2C - CH^2}$ s'ajoute, comme tel, aux composés organomagnésiens pour former finalement des alcools *primaires* $R.CH^2 - CH^2(OH)$ (2).

J'ai constaté, d'autre part, que l'oxyde d'éthylène *biméthylé* se comporte *synthétiquement*, avec les réactifs magnésiens, comme s'il subissait au préalable une *isomérisation*, le dérivé *symétrique*

$$H^3C - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH} - CH^3 \quad (\text{éb. } 56^\circ)$$

se transformant virtuellement en *cétone* $H^3C - CO - CH^2 - CH^3$, pour aboutir à un alcool tertiaire $> \underset{\mid}{\overset{}{C}} -$ (3); le dérivé *dissymétrique*
OH

$$(H^3C)^2 = \underset{\diagdown O \diagup}{C - CH^2}$$

se transformant en *aldéhyde* $(H^3C)^2 = CH.CHO$, pour aboutir à un alcool secondaire $> CH(OH)$ (4).

Il importait d'examiner comment se comporterait l'oxyde d'éthylène *monométhylé* $H^3C - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH^2}$ ou oxyde de propylène (5). Pour ré-

---

(1) Reçue dans la séance du 19 août 1907.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 154.

J'ai constaté depuis que l'iodure $C^4H^9.I$, fait avec l'alcool en C^4, obtenu par la réaction de $C^2H^5.Mg.Br$ sur l'oxyde d'éthylène, fournit, avec $Ag.NO^2$, un nitrobutane $C^4H^9.NO^2$ qui donne la réaction de V. Meyer, caractéristique des dérivés nitrés *primaires* $R.CH^2(NO^2)$.

(3) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 406.

(4) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 21.

(5) Je tiens à constater dès maintenant qu'un oxyde $- \underset{\diagdown O \diagup}{HC - CH^2}$, du type général

soudre la question de savoir s'il s'ajouterait comme tel, à la façon de l'oxyde d'éthylène, au composé magnésien et comment, le radical $\overset{|}{R}$ à $-CH^2$ ou à $\overset{|}{\underset{|}{CH}}$, il fallait nécessairement s'adresser, non pas au dérivé *méthylique*

$$H^3C.Mg.X,$$

mais au dérivé *éthylique* $H^3C - CH^2 - Mg.X$.

Dans le cas d'une addition *simple*, on devait aboutir à l'un des alcools suivants :

$$CH^3 - CH(OH) - CH^2 - CH^2 - CH^3 \quad (\text{éb. } 118^\circ),$$

ou

$$\left.\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 - CH^2 \end{matrix}\right\rangle CH - CH^2(OH) \quad (\text{éb. } 128^\circ);$$

selon que le radical $-C^2H^5$ s'était fixé sur $-CH^2$ ou bien sur $\rangle CH$.

Dans le cas d'une *isomérisation* virtuelle, on devait au contraire obtenir soit

$$\left.\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right\rangle \underset{\underset{OH}{|}}{C} - CH^2 - CH^3 \quad (\text{éb. } 102^\circ),$$

soit

$$CH^3 - CH^2 - CH(OH) - CH^2 - CH^3 \quad (\text{éb. } 116^\circ),$$

selon que l'isomérisation avait déterminé une *cétone* $CH^3 - CO - CH^3$, ou une *aldéhyde* $H^3C - CH^2 - CH = O$.

On a donc fait réagir l'oxyde de propylène en solution éthérée sur l'éthylbromure de magnésium $H^3C - CH^2 - Mg.Br$ dissous aussi dans l'éther.

---

auquel se rattache l'oxyde de propylène, a déjà été examiné. Dans une lettre datée de la fin de juillet dernier, que je viens de relire, M. Tiffeneau m'apprend que, dans un travail non encore achevé, M. Fourneau et lui ont pu observer que, sur un dérivé $R - CH^2 - \underbrace{CH - CH^2}_{O}$, un magnésien $\overset{|}{R}$ agit normalement, en donnant

$$R - CH^2 - \underset{\underset{OH}{|}}{CH} - CH^2.\overset{|}{R} \text{ ».}$$

$\overset{|}{R}$ est peut-être $-C^6H^5$. — Quoi qu'il en soit, cette réaction concorde parfaitement avec celle que je relate dans cette Note, mais le cas de l'oxyde de propylène est plus simple, c'est même le plus simple de ce genre d'oxydes éthyléniques substitués.

Cette réaction se fait vivement et il est nécessaire de refroidir, mais rien ne se précipite. A l'origine il y a simple addition, car, avec l'eau, on obtient, d'une portion de la masse, de l'éthane. Après l'expulsion de l'éther, il s'établit une réaction fort violente et la masse mousse abondamment. Cette réaction a été beaucoup moins violente et le rendement beaucoup plus avantageux, dans une opération où les composés étaient restés en contact, à la température ordinaire, pendant une dizaine de jours. En suivant le traitement habituel, on obtient ainsi un liquide alcoolique bouillant vers 115°-120°. Le rendement est d'environ 60 pour 100.

A en juger par son point d'ébullition, l'alcool en C^5 ainsi obtenu est un *pentanol secondaire* normal, soit

$$CH^3 - CH(OH) - CH^2 - CH^2 - CH^3 \text{ (éb. } 118°\text{)}$$

ou

$$CH^3 - CH^2 - CH(OH) - CH^2 - CH^3 \text{ (éb. } 116°\text{)}.$$

Leurs acétones $CH^3 - CO - C^3H^7$ et $C^2H^5 - CO - C^2H^5$ ne se différencient pas sensiblement par leurs points d'ébullition (éb. 102°), et, soumises à l'oxydation complète, elles fournissent, comme les alcools correspondants, les mêmes acides, acétique et propionique.

Mais leur transformation en semicarbazone permet de les différencier. La semicarbazone de la cétone méthylpropylique

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C - CH^2 - CH^2 \end{matrix}\!\!>C = N - NH - CO(NH^2)$$

fond à 100° (1). Quant à celle de la *cétone* symétrique diéthylique,

$$\begin{matrix} H^3C - CH^2 \\ H^3C - CH^2 \end{matrix}\!\!>C = N - NH \cdot CO(NH^2),$$

qu'il a fallu faire, elle fond à 138°.

C'est le point de fusion 100° qui a été constaté être celui de la semicarbazone formée par la *cétone*, produit de l'oxydation, par le mélange chromique, de l'alcool synthétique obtenu.

Il faut donc admettre que cet alcool $C^5H^{11} - OH$ est *le méthylpropylcarbinol normal* $H^3C - CH(OH) - CH^2 - CH^2 - CH^3$ (2) et, comme conséquence, que le radical éthyle C^2H^5 s'est fixé sur le chaînon $- CH^2$ de

(1) M. SCHOLTZ, *Berichte* de Berlin, t. XXIX, 1896, p. 611.

(2) L'acétate de cet alcool, résultat de l'action de $(CH^3.CO)Cl$, bout à 135°, sous la pression de 758mm.

l'oxyde de propylène $H^3C - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH^2}$, le chaînon CH devenant lui-même $\overset{|}{\underset{|}{C}}H.O.MgBr$ et finalement le composant alcool $H\overset{|}{\underset{|}{C}}(OH)$.

L'oxyde de propylène $H^3C - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH^2}$ se comporte donc, au point de vue synthétique, vis-à-vis des réactifs magnésiens, comme l'oxyde d'éthylène lui-même $\underset{\diagdown O \diagup}{H^2C - CH^2}$ et il faut admettre que l'abondance de l'hydrogène détermine dans les oxydes éthyléniques une stabilité particulière qui, vis-à-vis des composés dont je viens d'envisager l'action, cesse par la disparition de 2^{at} de H du système $\underset{\diagdown O \diagup}{H^2C - CH^2}$, de l'une ou l'autre façon.

L'*épichlorhydrine* $ClCH^2 - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH^2}$ n'est autre chose que l'oxyde de propylène monochloré primaire. Dans ces dernières années, divers expérimentateurs ont fait agir sur ce corps les réactifs magnésiens, notamment $C^2H^5.Mg.Br$. Il *paraîtrait* que le voisinage de $\underset{|}{CH^2}Cl$ (au lieu de $- CH^3$) exerce une influence puissante sur la direction de la réaction et notamment sur la localisation du radical C^2H^5. Celui-ci se fixerait non plus sur $- CH^2$, le groupement le plus hydrogéné, mais bien sur $>CH$, formant ainsi l'*éthylchlorhydrine triméthylénique* $ClCH^2 - \underset{\underset{C^2H^5}{\|}}{CH} - CH^2(OH)$ (éb. 162°-164°).

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Eugène Skibinsky** adresse un Mémoire *Sur une solution indéfinie, très générale, du problème de l'équilibre des corps solides élastiques, homogènes et isotropes*.

(Renvoi à l'examen de MM. Maurice Levy et Boussinesq.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Éphéméride pour la recherche de la comète* 1907 *d sur les clichés photographiques*. Note de M. P. STROOBANT, présentée par M. Radau.

Les nombreuses photographies du ciel qui sont effectuées actuellement peuvent, grâce à une pose prolongée, enregistrer de faibles traces cométaires. Un certain nombre de comètes ont été découvertes ou retrouvées depuis quelques années, par ce moyen. On peut aussi reconnaître une comète sur des clichés pris un temps plus ou moins long avant la découverte de l'astre. Le cas s'est présenté pour la comète 1906 *b* (1905 IV). Une recherche de ce genre peut surtout être couronnée de succès quand l'inclinaison de l'orbite est faible, car ce sont principalement les régions du ciel voisines de l'écliptique qui sont photographiées avec soin et le plus souvent.

Pour faciliter une découverte de cette espèce, nous avons calculé une éphéméride de la comète 1907 *d*, dont l'inclinaison est inférieure à 9°, à l'aide des éléments publiés par M. Dybeck, qui conduisent aux valeurs suivantes pour les coordonnées héliocentriques équatoriales (équinoxe 1907,0) :

$$x = [9.998087]\, r\sin(v + 167^\circ 35' 23'',4),$$
$$y = [9.982399]\, r\sin(v + 79^\circ 9' 22'',8),$$
$$z = [9.468843]\, r\sin(v + 59^\circ 48' 16'',6).$$

Nous nous sommes borné à calculer les coordonnées de la comète pour la période voisine de l'opposition, parce que les photographies ne sont jamais faites à une grande distance du méridien. Pour les dates extrêmes, l'angle horaire de l'astre est de $\pm 3^h$ environ. L'éphéméride a été calculée pour 12^h, temps moyen de Berlin.

Date 1906.	Asc. droite apparente.	Délinaison apparente.	log *r*.	log Δ.	Temps d'aberration.
	h m s	° ′			m
Juin 1.....	19.58. 4	−15.12,6	0,7839	0,7289	44,5
Juillet 1....	43.31	−15.40,8	0,7629	0,6823	39,8
» 16...	33.29	−16. 6,0	0,7519	0,6660	38,5
» 31...	22.50	−16.34,9	0,7404	0,6560	37,5
Août 30...	19. 4.48	−17.35,0	0,7160	0,6542	37,3

Opposition en ascension droite : 1906 juillet 14,85.
Éclat : 13ᵉ à 14ᵉ grandeur.

Nous avons choisi pour date moyenne le 16 juillet, parce qu'elle est voisine du moment de l'opposition et que, de plus, M. Max Wolf, de Heidelberg, a obtenu à cette date un bon cliché de la région du ciel où se trouvait la comète (*Astron. Nachr.* n° 4108).

L'observation photographique d'une comète à une distance considérable du Soleil semble de nature à être utilisée avec avantage pour la détermination des éléments de son orbite. Il peut se faire que les observations soient bien représentées par une orbite parabolique fondée sur trois positions relativement voisines, mais qu'une observation éloignée vienne montrer la nécessité de corriger les éléments obtenus. Ce cas pourrait se présenter pour l'excentricité, par exemple, et permettrait peut-être de reconnaître plus facilement les orbites elliptiques. Imaginons que, pour la comète qui nous occupe, tous les éléments, y compris la distance périhélie, soient déterminés avec une grande précision, mais que l'orbite soit légèrement elliptique. Supposons que l'excentricité, au lieu d'être égale à l'unité, soit 0,999. Pour déterminer la position de la comète, dans cette hypothèse, nous avons fait usage de la méthode donnée par Oppolzer, pour les orbites à peu près paraboliques. On trouve ainsi, pour le 16,5 juillet,

$$\alpha = 19^h 33^m 6^s, \qquad \delta = -16^\circ 5',5,$$

au lieu des valeurs données plus haut. Si l'on fait un calcul analogue pour un instant beaucoup plus rapproché du passage au périhélie, par exemple pour 1907 août 2,5 ($t = -32^j,5239$), on trouve

$$\alpha = 4^h 41^m 37^s,4, \qquad \delta = +16^\circ 27' 29'',$$

tandis que l'éphéméride de M. Dybeck donne pour cette date

$$\alpha = 4^h 41^m 34^s,5, \qquad \delta = +16^\circ 27' 19''.$$

L'écart entre les positions calculées dans les deux hypothèses est huit fois plus grand dans le premier cas que dans le second. Il en résulte qu'une erreur commise dans la valeur de l'excentricité serait beaucoup plus sensible pour une observation effectuée à une grande distance du périhélie.

Cet exemple suffit, pensons-nous, à justifier ce que nous avons dit au sujet de l'utilité des positions obtenues par la Photographie à une époque éloignée du passage au périhélie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la racine de moindre module d'une équation algébrique*. Note de M. **Léopold Fejér**, transmise par M. Émile Picard.

M. E. Landau a établi récemment [1] dans certains cas spéciaux des inégalités concernant la plus petite racine d'une équation algébrique. Je me propose dans cette Note d'établir un théorème général contenant et précisant ses résultats, de façon à répondre aux diverses questions posées dans son Mémoire.

Théorème. — *Soit*

$$a_0 + a_1 x^{\nu_1} + a_2 x^{\nu_2} + \ldots + a_k x^{\nu_k} = 0 \tag{1}$$

une équation quelconque à $(k+1)$ termes, dans laquelle, par conséquent,

$$\nu_1 < \nu_2 < \ldots < \nu_k; \qquad \nu_1 \geqq 1, \qquad \nu_2 \geqq 2, \qquad \ldots, \qquad \nu_k \geqq k,$$

et où l'on ait

$$a_0 \neq 0, \qquad a_1 \neq 0.$$

Soit ξ la racine de moindre module de cette équation, on a

$$|\xi| \leqq \left[\frac{\nu_2\nu_3\ldots\nu_k}{(\nu_2-\nu_1)(\nu_3-\nu_1)\ldots(\nu_k-\nu_1)}\right]^{\frac{1}{\nu_1}} \left|\frac{a_0}{a_1}\right|^{\frac{1}{\nu_1}} \tag{2}$$

et

$$|\xi| \leqq \left[\frac{(\nu_1+1)(\nu_1+2)\ldots(\nu_1+k-1)}{1.2\ldots(k-1)}\right]^{\frac{1}{\nu_1}} \left|\frac{a_0}{a_1}\right|^{\frac{1}{\nu_1}}. \tag{3}$$

Dans le cas particulier $\nu_1 = 1$ on a par conséquent [2]

$$|\xi| \leqq \frac{\nu_2\nu_3\ldots\nu_k}{(\nu_2-1)(\nu_2-1)\ldots(\nu_k-1)} \left|\frac{a_0}{a_1}\right|, \tag{2'}$$

$$|\xi| \leqq k\left|\frac{a_0}{a_1}\right|, \tag{3'}$$

---

[1] *Annales de l'École Normale*, 3e série, t. XXIV, avril 1907.

[2] La formule (2') se trouve déjà dans la Note de M. Allardice publiée tout récemment dans le *Bulletin of the American Math. Soc.*, Vol. XIII, juin 1907.

et cette valeur maxima de $|\xi|$ *est atteinte pour l'équation*

$$a_0\left(1+\frac{a_1 x}{k a_0}\right)^k = 0.$$

Nous appuierons la démonstration sur une conséquence que l'on peut tirer d'un théorème de M. Schwarz (¹).

Soit

$$f(z) = A(z-z_1)^{\alpha_1}(z-z_2)^{\alpha_2}\ldots(z-z_n)^{\alpha_n}.$$

Considérons une racine Z de l'équation $f'(z) = 0$ différente des nombres $z_1, z_2, \ldots, z_n$; on obtient immédiatement, en considérant l'expression $\frac{f'(z)}{f(z)}$,

$$Z = \frac{\frac{\alpha_1}{r_1^2}z_1 + \frac{\alpha_2}{r_2^2}z_2 + \ldots + \frac{\alpha_n}{r_n^2}z_n}{\frac{\alpha_1}{r_1^2} + \frac{\alpha_2}{r_2^2} + \ldots + \frac{\alpha_n}{r_n^2}},$$

où

$$r_i = |Z - z_i| \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

Z est par conséquent le centre de gravité des masses positives $\frac{\alpha_i}{r_i^2}$ concentrées au point z_i et se trouve donc à l'intérieur de chaque figure convexe contenant ces points. Toutes les racines de $f'(z) = 0$ jouissent donc de la même propriété. C'est là le théorème de M. Schwarz. *On en tire le corollaire que la valeur absolue de la plus grande racine de* $f(z)$ *ne peut pas être moindre que celle de la plus grande racine de* $f'(z) = 0$.

Posons maintenant dans (1) $x = \frac{1}{z}$; on aura, en prenant par exemple $k = 3$,

$$a_0 z^{\nu_3} + a_1 z^{\nu_3-\nu_1} + a_2 z^{\nu_3-\nu_2} + a_3 = 0.$$

La plus grande racine $\zeta = \frac{1}{\xi}$ sera, d'après notre corollaire, au moins égale en valeur absolue à la plus grande racine de la dérivée

$$\nu_3 a_0 z^{\nu_3-1} + (\nu_3-\nu_1) a_1 z^{\nu_3-\nu_1-1} + (\nu_3-\nu_2) a_2 z^{\nu_3-\nu_2-1} = 0$$

ou à celle de

$$\nu_3 a_0 z^{\nu_2} + (\nu_3-\nu_1) a_1 z^{\nu_2-\nu_1} + (\nu_3-\nu_2) a_2 = 0.$$

(¹) Je dois à M. J.-O. Müller d'avoir attiré mon attention à propos de la question présente sur ce théorème, que M. Schwarz traite d'ordinaire dans son enseignement.

En répétant cette opération, on voit que ζ est, en valeur absolue, supérieur ou égal aux racines de

$$\nu_2\nu_3 a_0 z^{\nu_1} + (\nu_2 - \nu_1)(\nu_3 - \nu_1) a_1 = 0,$$

d'où l'on tire notre formule (2), etc.

J'ai découvert des applications de ce théorème, concernant entre autres la série infinie de puissances

$$a_0 + a_1 z^{\nu_1} + a_2 z^{\nu_2} + \ldots + a_n z^{\nu_n} + \ldots.$$

PHYSIQUE. — *Théorie du rayonnement des manchons à incandescence.* Note de M. **Foix**.

MM. Le Chatelier et Boudouard (1) ont montré que le magnifique rayonnement du manchon Auer tient à la coloration de ce corps.

M. Rubens (2), confirmant cela, a fait voir que cette coloration vient de l'addition à l'oxyde de thorium de 0,008 d'un corps très coloré, l'oxyde de cérium. Cependant le rôle de ce dernier demeure toujours assez mystérieux. Par exemple, d'après M. Rubens, du bleu ($\lambda = 0^\mu,45$) au rouge ($\lambda = 0^\mu,7$), le pouvoir émissif du manchon Auer varie de 0,86 à 0,063, tandis que celui de l'oxyde de cérium pur diminue bien moins et vaut encore 0,93 pour le rouge ($\lambda = 0^\mu,7$).

A priori, la substance Auer ne serait donc pas un mélange? L'analyse qui suit montre qu'il n'en est rien.

Pour une radiation donnée, le pouvoir émissif d'un manchon à incandescence est égal à celui d'une lame d'épaisseur convenable l, qui serait formée de la même substance que le manchon. Cherchons, pour cette radiation, quel est le pouvoir émissif d'une telle lame.

Soient I et I′ les intensités des rayonnements diffus qui, sur chaque face et dans des sens inverses, traversent le plan d'abscisse x, parallèle à la lame. Dans le plan d'abscisse $x + dx$, les intensités des mêmes rayonnements sont $\mathrm{I} + \frac{d\mathrm{I}}{dx}dx$ et $\mathrm{I}' + \frac{d\mathrm{I}'}{dx}dx$. Exprimons-les au moyen de I, I′ et des paramètres α, δ, η d'absorption, de réflexion et d'émission diffuses rapportés à l'unité d'épaisseur de lame. Nous sommes ainsi con-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1861.

(2) *Journal de Physique*, 4e série, t. V, 1906, p. 306 et suivantes.

duits aux équations différentielles suivantes :

$$\frac{dI}{dx} + (\alpha + \delta) I - \delta . I' - \eta = 0,$$

$$\frac{dI'}{dx} - (\alpha + \delta) I' + \delta . I + \eta = 0;$$

en les intégrant et en remarquant que $\frac{\eta}{\alpha} = \varepsilon_0$, émission du corps noir dans les mêmes conditions, on trouve pour expression du pouvoir émissif :

$$(1) \qquad E = \frac{2\beta + \delta (e^{\beta l} - e^{-\beta l})}{(\alpha + \delta + \beta) e^{\beta l} - (\alpha + \delta - \beta) e^{-\beta l}}$$

avec

$$\beta = \sqrt{\alpha(\alpha + 2\delta)}.$$

Discutons sommairement l'expression (1). Pour $\alpha = 0$ ou pour $l = 0$ on a $E = 0$. D'ailleurs $\frac{\partial E}{\partial \alpha}$ et $\frac{\partial E}{\partial l}$ sont toujours positifs. Par conséquent, E croît à partir de zéro soit avec l, soit avec α.

Lorsque l croît indéfiniment, E tend vers la valeur maximum

$$(2) \qquad E_m = \frac{\alpha + \beta}{\alpha + \beta + \delta},$$

E tend vers cette limite rapidement si α est grand, lentement si α est petit, suivant que $e^{\beta l}$ croît lui-même rapidement ou lentement avec l.

Il en résulte qu'en réduisant convenablement l'épaisseur de la lame, une radiation conserve pratiquement son intensité maximum si α est grand. Au contraire, cette intensité devient très faible si α est petit.

Par exemple, dans le cas de manchons obtenus avec des solutions d'azotates titrant 10 pour 100 d'oxydes, ce qui fixe l, on a, d'après M. Rubens, pour l'oxyde de cérium et la radiation $\lambda = 0^{\mu},7$, $E = 0,93 = E_m$ approximativement. De la relation (2) nous tirons $\alpha'(\text{cérium}) = 6,17.\delta$, puis $\alpha(\text{Auer}) = \alpha' \times 0,008 = 0,049.\delta$ pour la même radiation. En effet le paramètre α'' relatif à l'oxydé de thorium est nul au moins pour la lumière puisque E y est nul. En définitive, l'oxyde de thorium cristallisé serait transparent.

Comme première approximation supposons que δ soit constant et faisons, dans la relation (1), $\alpha = 0,049\delta$ et $E = 0,062$ (Rubens). Nous en tirons $l.\delta = 1,31$ pour le manchon Auer et $\lambda = 0^{\mu},7$. Avec la même approximation admettons cette valeur de $l.\delta$ dans tous les cas où les manchons dérivent de solutions titrant 10 pour 100 d'oxydes et appliquons la relation (1) au diagramme $E = f(\lambda)$ que donne M. Rubens dans le cas du mélange Auer. Nous en tirons en δ les $\alpha(\text{Auer})$ correspondants. Mais nous avons pour les mêmes radiations

$$(3) \qquad \alpha'(\text{cérium}) = \frac{\alpha(\text{Auer})}{0,008}.$$

En substituant les valeurs de α', déduites de (3), dans la relation (1), on peut avoir E′ en fonction de λ pour un manchon d'oxyde de cérium d'épaisseur l, équivalente à celle d'un manchon Auer.

Au moyen de la relation (1) et des valeurs de α' nous pouvons aussi calculer E'_1 en fonction de λ pour une épaisseur d'oxyde de cérium $l' = \frac{l}{100}$.

Nous avons obtenu de cette façon des diagrammes, d'où il résulte que *le rendement lumineux peut être accru soit en diluant l'oxyde de cérium dans l'oxyde de thorium, soit en réduisant l'épaisseur de l'oxyde de cérium.*

L'expérience confirme très bien (1) cette dernière conséquence.

MINÉRALOGIE. — *Sur la formation probable de la thorianite et de l'uraninite.* Note (2) de M. **B. Szilàrd**, transmise par M. A. Haller.

Bien que nous connaissions déjà depuis longtemps la composition de la thorianite et de l'uraninite, leur mode de formation restait tout à fait inconnu.

Leur forme est quelquefois régulière et ceci pourrait nous faire penser qu'ils sont des composés définis contenant toujours les mêmes corps dans les mêmes proportions.

Mais en réalité il n'en est pas ainsi. Leur teneur en éléments chimiques varie toujours entre certaines limites. Cependant le seul fait que nous puissions affirmer est que, dans leur composition, l'uranium et le thorium sont les corps qui jouent le rôle principal.

En partant de ce point de vue, on peut ajouter encore que dans ces minéraux le rapport entre l'uranium et le thorium ne permet pas de supposer qu'ils forment ensemble un composé défini.

Si l'on compare en effet les quantités relatives d'uranium et de thorium contenues dans l'uraninite et dans la thorianite, on trouve que ces quantités sont presque toujours dans le rapport suivant :

	Uranium pour 100.	Thorium pour 100.
Thorianite........	4-11	65-74
Uraninite.........	65-74	4-11

(1) *Comptes rendus*, 25 mars 1907, p. 687. (La présente Note est destinée à rectifier la Communication du 25 mars.)

(2) Reçue dans la séance du 19 août 1907.

Il apparaît avec évidence que ces deux éléments se rencontrent dans chacun des deux minéraux dans des rapports inverses. La teneur de la thorianite en uranium est la même que la teneur de l'uraninite en thorium et inversement.

Il faudrait alors supposer que ces minéraux sont inverses au point de vue de leur composition. Cette composition dépendrait probablement d'un même phénomène avec cette différence que, dans un cas, l'uranium jouerait vis-à-vis du thorium le même rôle que le thorium jouerait, dans l'autre cas, vis-à-vis de l'uranium.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 2e semestre 1906) j'ai eu l'occasion de décrire un corps qui renfermait de l'uranium et du thorium dans les mêmes proportions que la thorianite. La méthode consistait à faire dissoudre de l'hydrate de thorium dans une dissolution d'azotate d'uranyle. En évaporant la dissolution, après la saturation, on obtenait un corps rouge, dont les teneurs en uranium et en thorium variaient entre les mêmes limites que dans le cas de la thorianite.

La réaction a également lieu en dissolvant l'hydrate d'uranyle dans l'azotate de thorium. Mais dans ce cas le corps obtenu est jaune et ses teneurs en uranium et en thorium varient entre les mêmes limites que dans le cas de l'uraninite.

J'ai fait encore d'autres expériences montrant que les sels de thorium et d'uranium ont la propriété de dissoudre, non seulement les hydrates de thorium et d'uranium, mais encore les hydrates de terres rares et de presque tous les métaux que l'on rencontre dans la thorianite et dans l'uraninite.

L'yttrium, le fer, le plomb, le zirconium, etc. donnent par cette méthode (surtout dans le cas des sels de thorium) des composés qui présentent des propriétés très spéciales.

Tous ces corps sont entièrement amorphes, du moins je ne suis pas arrivé à les faire cristalliser, et ils sont d'une nature colloïdale.

D'après ce qui précède, on peut conclure que le mode de formation de la thorianite et de l'uraninite est analogue au procédé décrit.

ÉCONOMIE RURALE. — *Action du froid dans le traitement des caféiers contre le borer indien* (Xylotrechus quadrupes). Note de M. **Louis Boutan**, transmise par M. Yves Delage.

Pour mettre en évidence l'action du froid sur les *Xylotrechus quadrupes* (Chev.) dont les larves font des ravages considérables dans les troncs des caféiers, j'ai été amené à faire :

1° Des observations sur les larves et les adultes mis isolément dans une étuve à basse température;

2° Sur ces mêmes larves refroidies dans l'intérieur d'une branche isolée;

3° Sur des larves refroidies dans un caféier placé dans des conditions normales.

Les dispositifs adoptés et les conclusions de ces expériences se trouvent brièvement résumés dans cette Note.

Effets du froid sur les larves observées en étuve :

Première expérience. — J'ai placé plusieurs séries de larves et d'adultes fraîchement extraits du bois du caféier dans une étuve Miquel. J'ai maintenu, à l'aide d'un mélange réfrigérant, pendant 1 heure environ, une température oscillant entre — 5° et — 1°. J'ai constaté que les larves et les adultes mouraient après un séjour maximum de 3 minutes dans l'étuve.

J'ai placé plusieurs séries de larves et d'adultes dans les mêmes conditions que précédemment, en maintenant une température oscillant de + 1° à + 7°. J'ai constaté que, même après un séjour de 5 heures, les larves, quoique engourdies, avaient conservé leur vitalité.

Mises en observation avec les témoins, elles reprenaient toute leur vigueur et, 24 heures après, il n'était plus possible de distinguer les animaux mis en expérience et les témoins.

On peut tirer de ces deux expériences les conclusions suivantes :

Une température inférieure à 0°, même pendant une durée très courte, amène la mort des larves et des adultes du *Xylotrechus quadrupes;*

Une température supérieure à 0°, même pendant une durée assez longue, ne paraît pas nuire aux larves et aux adultes de la même espèce.

Effet du froid sur les larves encore enfermées dans le bois du caféier :

Le disposif employé est le suivant :

Une branche de caféier fixée sur une planchette est creusée d'une loge fermée par une petite vitre de mica. La branche est perforée à la vrille dans le sens de sa longueur, de manière à pouvoir faire pénétrer la cuvette du thermomètre jusqu'au centre. Le trou est ménagé de manière à permettre l'introduction de larves au-dessous du réservoir thermométrique. La surface de la tige est ensuite congelée par une projection de chlorure d'éthyle sur l'écorce.

On constate, dès que la température arrive à 0°, que la larve se raidit et s'immobilise. L'intérieur de la tige (d'un diamètre assez faible, il est vrai : $4^{cm},5$) arrive en un espace de temps variant de 5 à 10 minutes à la température de —4°.

On peut conclure de eette expérience que les larves du *Xylotrechus,* dans l'intérieur même du bois, périssent lorsque la température s'abaisse au centre de la tige au-dessous de 0° C.

Effets du froid sur les larves dans le tronc du caféier normal :

Il était à prévoir que le même résultat serait obtenu en traitant un caféier entier. L'expérience suivante confirme ces prévisions :

Un caféier en assez mauvais état et fortement travaillé par les borers est choisi dans

le jardin du laboratoire comme sujet d'expérience, il est photographié avant l'opération (5 mai 1907), puis photographié de nouveau au moment de la rédaction de cette Note (17 juillet 1907).

Ce caféier, qui ne présentait qu'une végétation languissante, a été congelé sur la moitié de sa partie supérieure [1] (celle qui paraissait la plus atteinte par les galeries du borer, où j'avais introduit artificiellement des larves et placé le thermomètre).

L'opération a duré près de 20 minutes pour amener l'intérieur de la tige à la température de — 1°.

L'expérience me paraît très démonstrative.

Non seulement les larves parasites ont été tuées, mais la végétation semble avoir eu une reprise marquée à la suite de ce refroidissement de peu de durée.

En résumé : Le refroidissement momentané de la tige par un agent comme le chlorure d'éthyle ne paraît pas présenter d'inconvénients au point de vue de la vie du caféier et suffit pour tuer les larves dans l'intérieur du bois.

Il est fâcheux que le prix du chlorure d'éthyle ou des corps pouvant jouer un rôle analogue soit si élevé dans la colonie et qu'on ne puisse songer, pour le moment, à préconiser le refroidissement comme moyen curatif contre le borer; mais il est cependant intéressant de noter ce résultat. Peut-être pourrait-il guider dans le traitement d'autres arbres que le caféier et être employé en Europe dans certains cas d'arbres parasités.

ZOOLOGIE. — *Hippopotame nouveau-né à la ménagerie du Muséum d'Histoire naturelle, allaité par des Chèvres.* Note de M. **E.-L. Trouessart**, présentée par M. Laveran.

Dans la nuit du 14 au 15 août 1907, un jeune Hippopotame est né à la ménagerie du Muséum de Paris.

Ce jeune animal est le produit d'un couple d'Hippopotames du Sénégal que la ménagerie possède depuis une dizaine d'années. Le mâle a été acheté, âgé de 6 mois, par le professeur Alphonse Milne-Edwards, le 28 juillet 1896; la femelle, née au Jardin zoologique d'Anvers en novembre 1896 et achetée le 11 mai 1897, est, par conséquent, plus jeune de quelques mois. Tous deux sont actuellement dans leur onzième année.

Ce n'est pas la première fois que ces animaux se reproduisent. Le 9 dé-

---

[1] Je n'avais pas à ma disposition assez de chlorure d'éthyle pour opérer la congélation sur toute l'étendue de la tige.

cembre 1901, la femelle eut un premier petit, mort-né. Le 21 avril 1903, le 10 septembre 1904 et le 19 janvier 1906, elle mit bas successivement trois autres petits qui, tous, ne survécurent que trois jours, la mère ayant refusé de les allaiter, et les divers moyens essayés pour les nourrir artificiellement ayant jusqu'ici toujours échoué.

La difficulté d'élever ces jeunes animaux dans les ménageries est bien connue des naturalistes. A l'état de nature, les femelles de cette espèce montrent pour leur progéniture un dévouement admirable; mais, chez les individus élevés en captivité, l'instinct de l'amour maternel semble complètement atrophié; on serait tenté de croire que les jeunes femelles ont besoin de l'exemple des mères plus âgées pour que cet instinct se développe.

En fait, les femelles que l'on a pu observer dans les Jardins Zoologiques se désintéressent d'ordinaire complètement du petit qui vient de naître; dans les rares occasions où elles ont consenti à le nourrir, le jeune a presque toujours été victime de la jalousie et de la brutalité du mâle.

Il est d'ailleurs difficile et même dangereux de séparer des animaux qui, comme nos deux Hippopotames, vivent ensemble depuis plus de 10 ans. En outre, la disposition des locaux s'y prête rarement, surtout pour des Mammifères de grande taille et qui passent dans l'eau les trois quarts de leur existence. A la Rotonde des grands Herbivores, nous ne disposons que de deux bassins, l'un extérieur, qui sert le jour et pendant l'été, l'autre intérieur pour la nuit, et que l'on chauffe en hiver à l'aide d'un calorifère.

Les Hippopotames s'accouplent et mettent bas dans l'eau. La gestation est de 247 jours, soit un peu plus de 8 mois.

Pour en revenir à notre nouveau-né, la mise bas a eu lieu, comme je l'ai dit, dans la matinée du 15 courant. Bien que l'événement fût prévu à brève échéance, personne n'a pu y assister. Le gardien, en venant prendre son service à 6^h du matin, a trouvé le petit couché sur le bord du bassin intérieur. Il est vraisemblable que la mère, ennuyée de le voir barboter autour d'elle, s'en est débarrassée en le soulevant avec son museau et le rejetant hors de l'eau. On sait qu'à l'état sauvage les femelles portent ainsi le jeune nouveau-né, en travers de leur large face, lorsqu'elles sont dans l'eau.

Cependant le jeune Hippopotame était vivace et bien constitué. Il fallait aviser rapidement aux moyens de le conserver et de l'élever.

Nous avions sous la main une demi-douzaine de Chèvres en pleine lactation. On a présenté immédiatement au jeune animal le pis de l'une d'elles : il s'y est attaché avec avidité, et dans les 24 heures il a absorbé le lait de cinq chèvres. Actuellement ce nombre ne suffit plus à son appétit et nous avons dû porter progressivement le chiffre de ses nourrices à huit, ce qui représente environ 12 litres de lait.

Ce jeune Hippopotame est un mâle qui ne diffère de ses parents que par des proportions moins trapues et une tête un peu moins massive. Il pesait, le 24 août, 38^{kg},800.

Étant donnée la facilité avec laquelle il a accepté les nourrices d'occasion que nous lui avons présentées, nous avons le ferme espoir de pouvoir l'élever. Il a actuellement 11 jours, et il a franchi sans difficulté la période critique de 3 jours qui avait toujours été fatale à ses devanciers.

En terminant, je tiens à constater que cet heureux résultat sera dû surtout à l'intelligente initiative de mon Assistant de la Ménagerie, M. Sauvinet, qui a pris, avec beaucoup de décision, toutes les mesures nécessaires. Je dois rendre également justice au zèle des six gardiens de la Rotonde qui, par équipes de deux, se relayent pour coucher à la ménagerie et donner, chaque nuit, à notre précieux nourrisson les soins que nécessite son jeune âge.

ANATOMIE. — *Sur le mécanisme de la fermeture du canal appendiculaire.* Note de M. **R. Robinson**, présentée par M. Joannès Chatin.

Le canal de l'appendice vermiculaire est-il toujours ouvert vers le cæcum, ou, au contraire, n'y a-t-il pas une barrière, à son orifice, contre l'introduction possible de corps étrangers? C'est une question qui ne paraît pas, à l'heure actuelle, complètement résolue, malgré les innombrables travaux consacrés à l'étude de l'appendicite. Cependant Morgagni avait dit : « Nous ne pensons pas que l'appendice soit fait pour recevoir certaines choses, non seulement parce qu'il est trop étroit et ne se dilate pas facilement, mais encore et surtout parce que, comme nous l'avons constaté récemment sur deux des quatre hommes qui, de leur vivant, n'avaient montré aucun désordre dans les fonctions intestinales, l'orifice appendiculaire se fermait par un pli assez remarquable, pli disposé à la manière de la paupière supérieure, à tel point qu'absolument rien ne pouvait pénétrer dans l'appendice soit comme vent, soit comme matières qui se seraient glissées jusque-là ». Morgagni avait donc décrit la valvule appendiculaire que les auteurs modernes attribuent à tort à Gerlach. Mais cette valvule est-elle suffisante pour empêcher la pénétration des corps étrangers dans le canal? Évidemment non. Il y a d'autres facteurs qu'il faut prendre en considération. J'ai fait, à ce sujet, un grand nombre de dissections et d'expériences sur le cadavre à l'École pratique de la Faculté de Médecine, et je suis arrivé aux conclusions suivantes :

Les agents de la fermeture du canal appendiculaire sont de trois ordres :

1° La musculature de la paroi forme, au niveau de l'orifice de l'appendice, un anneau épais qui joue le rôle de sphincter au même sens que l'anneau musculaire du cardia. Sa contraction réduit singulièrement le calibre du canal et forme un entonnoir évasé du côté du cæcum. Cette contraction a lieu à la suite d'un réflexe produit par la présence d'un corps étranger au niveau de l'orifice et se propage de bas en haut sur toute la paroi de l'appendice pour s'épuiser sur celle du cæcum.

Lorsqu'on introduit un liquide plus ou moins pâteux de l'iléon dans le cæcum sous une faible pression, le colon ascendant étant lié, on voit nettement la formation d'un entonnoir dont le sommet se trouve à l'orifice du canal appendiculaire et la base évasée et ouverte vers le cæcum ;

2° La valvule constatée par Morgagni et dessinée par Bonazoli existe réellement. C'est une bride ou pli de la muqueuse en forme de paupière qui se soulève d'une façon visible lorsqu'on remplit le cæcum sous une certaine pression. Elle obture la lumière du canal rétréci par la contraction de l'anneau musculaire. Elle joue à peu près le même rôle que la valvule du cardia (*plica cardiaca*). Je propose de l'appeler, pour la facilité de la nomenclature anatomique, *plica appendica ;*

3° L'appendice n'est pas implanté sur le cæcum dans une direction toujours la même. Il forme un angle plus ou moins accentué suivant l'individu et surtout suivant la vacuité ou la plénitude du cæcum. Quand ce dernier organe est à peu près vide, l'appendice paraît suivre le grand axe de l'intestin borgne. Mais du moment que les matières arrivent de l'iléon au cæcum, l'appendice se redresse, se relève et va former un angle aigu avec la paroi cæcale. C'est un des facteurs les plus puissants pour arrêter toute communication du cæcum avec l'appendice. L'échancrure ainsi formée pourrait être appelée *incisura cæco-appendicularis*, par comparaison à l'*incisura cardiaca*.

Il est donc certain que le canal appendiculaire se ferme par le concours de trois agents que je viens d'énumérer. On a beaucoup exagéré, en clinique, l'introduction des corps étrangers dans ce canal. Mais, en consultant les meilleures statistiques, celles, par exemple, de Mitchel Bell, de Renvers, de Rostovtzev, on trouve seulement 2 pour 100 de corps étrangers engagés dans l'appendice sur un total de 3337 cas observés après l'opération ou après l'autopsie. Si l'on compare cette proportion à celle que l'on observe journellement pour d'autres sphincters, on se convainc de la rareté de l'insuffisance de fermeture appendiculaire.

A côté de ces faits anatomo-physiologiques, il est bon de signaler un fait d'expérience clinique. Les chirurgiens américains ont essayé, dans ces dernières années, de faire le lavage du gros intestin pour combattre les colites aiguës ou chroniques. Dans ce but, ils ont suturé l'appendice à la paroi abdominale, ouvert l'extrémité libre de l'appendice et poussé dif-

férents liquides par cet anus artificiel (appendicostomie). Le liquide passait aisément et sortait par l'anus normal, forcé par la pression. Or, ils n'ont jamais observé de fistule stercorale et la fermeture de l'anus appendiculaire s'est faite sans aucune complication. S'il n'y avait aucune barrière à l'orifice de l'appendice, les matières intestinales pourraient circuler dans le canal et empêcheraient la fermeture de la bouche appendiculaire.

Il y a une autre conclusion pratique à tirer de cette étude. Si les matières s'accumulent trop longtemps dans le cæcum, si ce dernier organe reste constamment distendu, si une excitation ou une inflammation prolongée laissent fermé plus que d'habitude le canal appendiculaire, dans le premier cas par la coudure permanente, dans le second par réflexe contractural, le produit de sécrétion de l'appendice qui serait acide d'après Huschke, s'accumulant dans le canal, produirait l'inflammation de la muqueuse, diminuerait la défense de la paroi et faciliterait singulièrement l'œuvre des micro-organismes.

C'est là une hypothèse, mais qui a le mérite de reposer sur un faisceau de faits dûment constatés.

La séance est levée à 3 heures et demie.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 juillet 1907.

(Suite.)

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 2e série, t. XXXIII, années 1907-1908, 1er fascicule. Le Mans, imp. Monnoyer, 1907; 1 fasc. in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; Vol. LXI, 7e série, t. I. Bordeaux, 1906; 1 vol. in-8°.

Atti dell'Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei, compilati dal segretario; anno LIV (1900-1901)-anno LIX (1905-1906). Rome, 1901-1906; 29 fasc. in-4°.

Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei; t. XIX-XXIV. Rome, 1902-1906; 6 vol. in-4°.

Memorie del R. Osservatorio astronomico al Collegio Romano; pub. per cura del Direttore Prof. ELIA MILLOSEVICH; 3e série, t. IV, parte II ed ultima. Rome, 1907; 1 vol. in-4°.

Observatoire royal de Belgique. *Annuaire météorologique,* publié par les soins de A. LANCASTER; 1901-1906. Bruxelles, Hayez; 6 vol. in-12.

Observatoire royal de Belgique. *Bulletin climatologique,* 1899. — *Observations météorologiques,* 1900-1902. Bruxelles, Hayez, 1904-1906; 5 fasc. in-4°.

Annales de l'Observatoire royal de Belgique; nouvelle série. *Annales météorologiques;* t. V-XI, XIII, XIV. Bruxelles, Hayez, 1901-1904; 9 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 AOUT 1907.

Leçons sur les théories générales de l'Analyse, par RENÉ BAIRE; t. I. *Principes fondamentaux. Variables réelles.* Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Musci Galliæ. Herbier des Mousses de France; fascicule XIX (nos 901-959), fin des *Musci Galliæ,* publié par T. HUSNOT. Cahan, par Athis (Orne), s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les expériences officielles des tirs contre la grêle en Italie, par M. le Dr VIDAL. (Extr. du *Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France,* numéros de mai, juin et juillet 1907.) Paris, Philippe Renouard, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Discussion de la loi Rousselle, par M. E. VIDAL. (Extr. du *Bulletin de l'Académie de Médecine,* séances des 2, 9, 16 et 23 juillet 1907.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Cordouan d'après les textes, par le capitaine SAINT-JOURS; 2e édition; 2 gravures hors texte et 3 cartes. Bordeaux, A. Arnaud, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'Aéronaute, Journal universel illustré de la Navigation aérienne; revue mensuelle publiée par les soins de la Société française de Navigation aérienne; 39e année, 1906, nos 1-12; 40e année, 1907, nos 1-6. Paris; 18 fasc. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1905-1906. Rouen, 1907; 1 vol. in-8°.

Ueber ein analytisches Paradoxon. Ein Fragment aus seinen Publikationen, von AUGUST WEILER. Carlsruhe, 1907; 1 fasc. in-8°.

The american Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1910; first edition. Washington, 1906; 1 vol. in-4°.

Annuario publicado pelo Observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1907; anno XXIII. Rio de Janeiro, 1907; 1 vol. in-12.

Cambridge Observatory. Annual report of the observatory syndicate 1906 *may* 19 *to* 1907 *may* 18, s. l. n. d.; 1 fasc. in-4°.

Nuove determinazioni della latitudine del reale Osservatorio astronomico di Brera, esseguite dal Dr GIOVANNI FORNI. (Publications de l'Observatoire royal de Brera, no XLIII.) Milan, 1907; 1 fasc. in-4°.

Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie; Lieferung IV. Berne, 1907; 1 vol. in-4°.

Extracts from narrative reports of officers of the Survey of India for the Season 1904-1905, prepared under the direction of Colonel F.-B. Longe. Calcutta; Imprimerie du Gouvernement, 1907; 1 fasc. in-4°.

The physical Review, a journal of experimental and theoretical Physics, conducted with the cooperation of the american physical Society; t. XXV, n° 1. Lancaster, Pa., and New-York; july 1907; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 aout 1907.

Observatorio de Tacubaya. *Carta fotografica del Cielo;* zona 16°, n°s 1, 3, 9, 10, 11, 12-14, 17, 23, 24, 30, 32-40, 43, 44. 23 planches héliogravées.

Per il III centenario dalla morte di Ulisse Aldrovandi : *Intorno alla vita e alle opere di Ulisse Aldrovandi;* studi di A. Baldacci, E. de Toni, L. Frati, A. Ghigi, M. Gortani, F. Morini, A.-C. Ridolfi, A. Sorbelli. Bologne, L. Beltrami, 1907; 1 vol. in-4°. (Acquisition.)

Enumeratio plantarum in insula Formosa sponte crescentium hujusque rite cognitarum adjectis descriptionibus et figuris specierum pro regione novarum, by J. Matsumura and B. Hayata, with 18 plates. (*The Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo, Japan ;* t. XXII.) Tokio, 1906; 1 vol. in-8°.

Un cas probant de guérison d'un sarcome profond par la Physicothérapie, par J. Rivière. (*Annales de Physicothérapie;* 5e année, n° 1, janvier 1905, p. 15 et suiv.) Paris, 1 fasc. in-8°.

La voix recouvrée par la rééducation des muscles du larynx, par M. Cléricy du Collet. Paris, Ch. Delagrave, s. d.; 1 vol. in-12.

Exposé de la méthode de rééducation de la voix, par M. Cléricy du Collet. Toulouse, Imprimerie du Centre, 1907; 1 fasc. in-12.

El origen del hombre, ascendencia y parentesco, por el Dr Florentino Ameghino. La Plata, 1907; 1 fasc. in-8°.

Neuseeländische Anneliden, II, von E. Ehlers; mit 16 Figuren im Text. Berlin Weidmann, 1907; 1 fasc. in-4°.

Ueber das Verhalten von Tantalelektroden, von Günther Schulze. Leipzig, J.-A. Barth, 1907; 1 fasc. in-8°.

Report of the Commissioner of Education, for the year ending june 30, 1905, t. II. Washington, 1907; 1 vol. in-8°.

Portugalia. Materiaes para o estudo do povo portuguez; t. II, fasc. 3. Porto, 1907; 1 vol. in-4°.

Atti della Reale Accademia dei Lincei; serie quinta. *Rendiconti, Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali;* t. XVI, fasc. 1, 7 luglio 1907. Rome; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 SEPTEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOLOGIE. — *La caryolyse dans les glandes nidoriennes de la Genette du Sénégal.* Note de M. **Joannes Chatin.**

Dans une série de recherches poursuivies de 1870 à 1873, j'ai étudié, au point de vue anatomique et histologique, les glandes nidoriennes d'un grand nombre de Mammifères appartenant surtout aux ordres des Carnivores et des Rongeurs.

Les résultats auxquels j'étais arrivé et qui se trouvent consignés dans une de mes thèses pour le doctorat ès sciences (1), ont mis hors de doute l'étroite parenté de ces glandes, souvent dispersées sur les régions les plus diverses du corps. J'ai montré qu'elles appartiennent au type sébacé : quelles que soient leurs adaptations secondaires, toujours elles peuvent se ramener à cette origine.

A l'époque dont je viens d'évoquer le souvenir, on ne pouvait poursuivre bien loin de semblables études : après avoir décrit la texture des acini et de leurs culs-de-sac, on devait se borner à observer le développement de la cellule glandulaire et la formation de son produit. Quant à pénétrer dans les détails de l'évolution nucléaire, on n'y pouvait songer, car c'est à peine si la technique d'alors, technique grossière et imparfaite, parvenait à nous révéler la présence du noyau, promptement masqué par la rapide stéatose de l'élément cellulaire.

Cependant, au cours de mes observations, j'avais été frappé de certains

---

(1) *Annales des Sciences naturelles,* Zoologie, 1873.

états du noyau, de son atrophie manifeste, de sa disparition progressive. Je m'étais promis de combler ultérieurement les lacunes que je devais, à mon vif regret, laisser dans ma description. Le moment est venu de la compléter.

Comme sujet de ces nouvelles études, j'ai choisi un type « moyen » dans la longue série des glandes nidoriennes que je disséquais et examinais de 1870 à 1873, c'est-à-dire un type chez lequel l'évolution du produit s'opère avec une lenteur relative et une intensité modérée, le corps cellulaire et le noyau conservant leur valeur propre pendant une durée appréciable. C'est ainsi que je me suis adressé aux glandes périnéales de la Genette du Sénégal (*Genetta Senegalensis*), glandes dites *à parfum*.

Examinées sur de minces coupes, elles présentent la structure des glandes en grappe composée. Entre les acini se trouvent des fibres lamineuses formant une tunique assez dense que renforcent des fibres élastiques. De nombreux faisceaux musculaires striés pénètrent dans les acini, disposition fort curieuse que j'ai signalée dans plusieurs glandes nidoriennes.

Les culs-de-sac montrent leurs cellules glandulaires à des degrés variables de développement; les plus jeunes offrent un cytoplasme réticulé; chez celles qui atteignent leur maturité, le cytoplasme est trouble et devient indistinct à mesure que s'opère la stéatose. Celle-ci n'est jamais aussi complète que dans les cellules sébacées du tégument général ou de certaines autres glandes nidoriennes.

Quant au noyau, il ne montre bien sa constitution que dans les jeunes cellules; on y distingue la membrane nucléaire et la formation nucléinienne avec sa chromatine. Puis, à mesure que la cellule achève son évolution et se charge de son produit, on voit le noyau s'atrophier et disparaître.

Rarement sa disparition est brusque; le fait semble ici accidentel. En général, le noyau se désagrège lentement, suivant un processus qui offre plusieurs phases : tout d'abord, le noyau arrondi, situé au centre de la cellule, montre les divers organes nucléaires précités; puis le produit cellulaire s'amasse et comprime le noyau qui se déforme, devient irrégulier et se trouve refoulé vers la périphérie de la cellule.

Sa déchéance est prochaine : les réactifs basiques ne se fixent plus que faiblement sur la formation nucléinienne ; elle ne tarde pas à rompre son réseau chromatique qui se fragmente en tronçons, puis en granulations qu'on peut voir appliquées contre la membrane nucléaire. Le contour de celle-ci devient de plus en plus vague; bientôt tout l'appareil nucléaire a disparu.

Qu'est-ce que ce mode de dégénérescence nucléaire? Nous ne sommes plus embarrassés maintenant pour le définir, car un de mes anciens élèves, M. le Dr Jean Maumus, a très nettement et très heureusement différencié les diverses modalités de l'atrophie nucléaire.

Ici aucun doute n'est possible : on se trouve en présence d'une véritable caryolyse, parfaitement caractérisée. Or, cette constatation est d'autant plus intéressante que c'est également par caryolyse que disparaît le noyau de la cellule sébacée normale.

En 1870-1873, par l'étude du parenchyme glandulaire et de ses cellules, j'étais conduit à rapporter les glandes nidoriennes au type sébacé ; aujourd'hui, l'étude de leurs noyaux et de leurs phénomènes nucléaires me dicte la même conclusion. Il serait difficile d'imaginer une confirmation plus complète des résultats fournis par la double observation d'un type cellulaire, puis de son appareil nucléaire, ces deux séries de recherches venant se corroborer à des dates si éloignées l'une de l'autre.

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE. — *Sur les fluides physiquement semblables.* Note de M. **Jouguet**, transmise par M. Jordan.

I. Soit une masse M d'un premier fluide et une masse M′ d'un second, géométriquement semblable à M, avec α pour rapport des longueurs. Supposons que, dans les états initiaux, les densités ρ' et ρ aux points homologues soient dans un même rapport $\frac{\beta}{\alpha^3}$ pour toute l'étendue de M et de M′, et que, de même, les températures absolues soient dans un même rapport θ (1). Il peut arriver que, *quels que soient* β, α, θ, les mouvements de M et de M′ soient semblables (les conditions aux limites, les conditions initiales et la relation supplémentaire étant, bien entendu, convenables). Par définition, je dis alors [voir mon Mémoire publié dans le *Journal de l'École Polytechnique*, 1905 (2)] que les fluides sont *physiquement semblables*.

(1) Au lieu des températures, on pourrait considérer les pressions; cela est avantageux dans certains cas. Pour les gaz parfaits les deux considérations sont équivalentes.

(2) *Sur la similitude dans le mouvement des fluides* (*Journal de l'École Polytechnique*, 1905). M. Smoluchowski a publié, sur le même sujet, dans le *Bulletin*

Les gaz parfaits fournissent des exemples de fluides physiquement semblables. Notamment, si l'on envisage les mouvements adiabatiques, deux gaz parfaits ayant même rapport γ des chaleurs spécifiques sont physiquement semblables. (On suppose nulles les forces agissant sur les divers éléments de masse.)

En démontrant ce résultat, j'avais cru voir qu'il était soumis à une restriction, qu'il exigeait qu'aucune onde de choc ne se formât au sein des fluides. En réalité, il n'en est rien, comme je vais le montrer ici.

Les équations indéfinies du mouvement des gaz parfaits sur lesquels n'agit aucune force sont, en désignant par p la pression, par $\bar{u} + \bar{v} + \bar{w}$ la vitesse, par $\bar{j}$ l'accélération, par ϖ le poids moléculaire et par R une constante commune à tous les gaz,

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{\partial\rho}{\partial t} + \dfrac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \dfrac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \dfrac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0, \\ \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial x} = -j_x, \qquad \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial y} = -j_y, \qquad \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial z} = -j_z, \\ \rho\, dp - \gamma p\, d\rho = 0, \qquad p = \dfrac{R}{\varpi}\rho T. \end{array}\right.$$

Supposons qu'une onde de choc sépare deux parties 1 et 2 du fluide. Soient λ, μ, ν les cosinus directeurs de la normale à l'onde, $\frac{dh_1}{dt}$ et $\frac{dh_2}{dt}$ les vitesses de propagation rapportées à la matière dans les états 1 et 2. On a

$$(2)\quad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{\rho_2-\rho_1}{\rho_2}\dfrac{dh_1}{dt} = \dfrac{\rho_2-\rho_1}{\rho_1}\dfrac{dh_2}{dt} = \lambda(u_2-u_1) + \mu(v_2-v_1) + \nu(w_2-w_1), \\ p_2 - p_1 = \rho_1\dfrac{dh_1}{dt}\dfrac{u_2-u_1}{\lambda} = \rho_1\dfrac{dh_1}{dt}\dfrac{v_2-v_1}{\mu} = \rho_1\dfrac{dh_1}{dt}\dfrac{w_2-w_1}{\nu}, \\ p_2 = p_1\dfrac{(\gamma+1)\rho_2-(\gamma-1)\rho_1}{(\gamma+1)\rho_1-(\gamma-1)\rho_2}, \qquad T_2 = T_1\dfrac{\rho_1}{\rho_2}\dfrac{(\gamma+1)\rho_2-(\gamma-1)\rho_1}{(\gamma+1)\rho_1-(\gamma-1)\rho_2}. \end{array}\right.$$

Si l'on considère deux masses M et M' de deux fluides ayant même coefficient γ, leurs mouvements pourront être semblables, l'onde de choc affectant une forme semblable dans les deux masses, et les relations suivantes

---

de l'Académie des Sciences de Cracovie de 1903 et dans le *Philosophical Magazine* de 1904, des articles qui m'avaient échappé au moment où j'ai écrit ce Mémoire et que j'aurais dû citer sur bien des points. Je suis heureux de l'occasion qui se présente ici de rendre à M. Smoluchowski ce qui lui est dû.

existant entre les rapports α des longueurs, $\frac{\beta}{\alpha^3}$ des densités, θ des températures, χ des pressions, ε des temps :

$$(3) \qquad \chi = \frac{\varpi}{\varpi'} \frac{\beta}{\alpha^3} \theta, \qquad \frac{\beta}{\alpha^3} \frac{\alpha^2}{\varepsilon^2} = \chi.$$

II. En particulier, deux masses d'un même gaz pourront avoir des mouvements semblables. Considérons, par exemple, une masse d'air, indéfinie dans ses trois dimensions, au sein de laquelle détonent successivement deux cartouches du même explosif, de forme semblable, mais de grosseur différente. Si l'on admet que la détonation des cartouches produit, dans les deux cas, la même pression explosive initiale, les deux expériences sont semblables, avec $\varpi = \varpi'$, $\theta = \chi = \frac{\beta}{\alpha^3} = \frac{\alpha^2}{\varepsilon^2} = 1$. L'effet produit dans l'air ambiant est tel que *les points où les pressions sont les mêmes sont à des distances qui sont entre elles dans le rapport α, c'est-à-dire dans le rapport des racines cubiques des charges. Ces pressions baissent d'ailleurs avec une rapidité qui est en raison inverse des mêmes racines cubiques.*

RADIOACTIVITÉ. — *Action de la pesanteur sur le dépôt de la radioactivité induite.* Note de **Mme Curie.**

Il y a quelques années déjà, P. Curie avait observé que, quand l'émanation du radium est contenue dans un vase clos dont la paroi intérieure est recouverte de sulfure de zinc phosphorescent, la luminosité de cette substance, sous l'action de l'émanation, se concentre peu à peu en des plages situées vers le bas du vase. Quand on renverse le vase de manière à amener la plage lumineuse vers le haut, celle-ci disparaît peu à peu, pendant qu'une nouvelle plage lumineuse se reforme en bas. La position de la plage semblait indépendante de causes extérieures autres que l'orientation, en particulier indépendantes du voisinage d'aimants ou de la température.

On pouvait penser que les poussières, qui remplissent le vase et qui deviennent radioactives par contact avec l'émanation, tombent lentement vers le fond et produisent sur la paroi inférieure un excès de radioactivité par rapport à la paroi restante. J'ai entrepris l'étude de ce phénomène par la méthode électrique.

Les expériences de P. Curie et A. Debierne ont montré qu'une lame métallique placée dans un vase clos qui contient de l'émanation s'active

d'autant plus que l'espace libre situé devant la lame est plus grand. Pour deux lames parallèles placées l'une en face de l'autre et ayant des dimensions grandes par rapport à l'écartement, l'activité acquise par les faces en regard croît avec l'écartement des lames ([1]).

J'ai placé dans une cloche contenant de l'émanation des couples de lames parallèles ayant tous le même écartement; certains couples avaient leurs lames horizontales, d'autres les avaient verticales. Pour chaque couple, les faces en regard pouvaient seules s'activer, les faces extérieures étant protégées par des lames métalliques qui les recouvraient au contact. L'émanation était formée en quantité connue par une solution de $0^g,05$ de chlorure de radium dans quelques centimètres cubes d'eau, contenue dans un petit vase muni de deux robinets. Quand les robinets sont fermés, l'émanation s'accumule dans le vase pendant un temps connu et peut ensuite être aspirée dans le récipient à activer. Quand l'émanation a séjourné dans la cloche pendant 2 ou 3 jours, le régime de la radioactivité induite est atteint. On chasse alors l'émanation et l'on étudie en fonction du temps l'intensité du rayonnement des faces actives des diverses lames. Les courbes de décroissance de cette activité obtenues par des mesures croisées permettent de déterminer par interpolation l'activité des diverses lames au même instant t, le temps étant compté à partir du moment où toutes les lames ont été soustraites simultanément à l'action de l'émanation. L'activité de chaque lame est mesurée par le courant de saturation qu'elle produit dans un condensateur à plateaux associé de la manière habituelle à un électromètre et un quartz piézoélectrique.

Pour éviter l'effet des variations de température, on plaçait la cloche pour toute la durée de l'activation dans une boîte métallique remplie de coton et installée dans une cave.

J'ai constaté que toutes les lames verticales et toutes les lames horizontales regardant vers le bas ont à surface égale la même activité; mais les lames horizontales tournées vers le haut ont une activité beaucoup plus grande (2 à 5 fois plus grande dans mes expériences). Tout se passe donc comme si la radioactivité induite suspendue dans le gaz qui baigne les lames se comportait comme une substance pesante et retombait vers le bas.

On sait que la radioactivité induite se comporte comme une substance solide qui se formerait à l'état de division extrême au sein du gaz qui con-

([1]) *Comptes rendus*, mars 1901.

tient l'émanation et qui irait se déposer soit par diffusion, soit par projection sur les parois solides voisines. On peut se demander comment cette matière est capable de former dans le gaz des agglomérations assez importantes pour acquérir la vitesse de chute révélée par le phénomène qui vient d'être décrit.

On pouvait, en particulier, supposer que les centres d'agglomération sont les poussières en suspension dans le gaz. La présence du gaz est en effet indispensable; le phénomène de chute ne se produit pas quand l'activation a lieu sous pression très réduite (2^{cm} ou 3^{cm} de mercure). J'ai donc fait des expériences avec de l'air aussi exempt de poussières que possible. Pour cela je faisais le vide dans la cloche et je laissais rentrer de l'air filtré au travers de tampons de coton ou de coton de verre; cette opération était répétée un grand nombre de fois et l'émanation était introduite finalement au travers du même tampon. Un des tampons employés était formé par du coton de verre bien tassé sur une longueur de 130^{cm}.

Cependant le phénomène n'a été ni supprimé ni notablement modifié, les diverses expériences étant effectuées avec la même concentration de l'émanation dans la cloche.

J'ai constaté au contraire que la présence de la vapeur d'eau est nécessaire pour la production du phénomène. Quand l'air dans la cloche est parfaitement desséché, le phénomène ne se produit plus ou sensiblement plus.

Pour obtenir ce résultat on peut purger la cloche de toute humidité en y faisant le vide et en laissant ensuite rentrer du gaz desséché par le passage dans une longue colonne d'anhydride phosphorique. Mais on n'arrive à supprimer complètement le phénomène qu'en plaçant de plus à l'intérieur de la cloche un corps avide d'eau : des fragments de sodium ou un peu d'anhydride phosphorique. Il vaut mieux éviter un excès de ces substances qui peuvent donner lieu à une absorption de l'émanation.

J'ai obtenu un résultat analogue en produisant l'activation dans du gaz carbonique pur ou dans l'hydrogène pur. Le phénomène ne se produit pas dans ces gaz quand ils sont secs; mais il se produit dans le gaz carbonique humide. La quantité de vapeur d'eau nécessaire pour que le phénomène prenne une grande intensité ne semble pas très faible. On obtient un résultat très net en introduisant dans la cloche desséchée un gaz parfaitement sec, après avoir placé préalablement à l'intérieur des cristaux qui possèdent une tension de vapeur d'eau notable; par exemple des cristaux de phosphate de soude (tension de vapeur d'eau à 17° : 1^{cm} de mercure). Cependant la vapeur d'eau présente dans la cloche n'est pas saturante dans ces conditions.

L'intensité du phénomène semble dépendre de la concentration de l'éma-

nation et croît avec celle-ci, mais il est très difficile d'obtenir des résultats très réguliers et c'est pour cela que les résultats numériques seront publiés plus tard. L'intensité du phénomène dépend aussi de la distance des lames et croît avec celle-ci, mais seulement jusqu'à une certaine limite. Pour des distanccs faibles (2^{mm}) le phénomène ne se produit pas. J'ai employé des distances de 1^{cm} à 3^{cm}.

Quand on opère avec la même concentration de l'émanation, la même distance des lames et le même gaz, l'activité acquise par toutes les lames est la même et le phénomène de chute est supprimé. Mais, quand ce phénomène se produit, l'activité des lames regardant le haut est augmentée et celle des lames regardant le bas diminuée par rapport à la valeur qui aurait été obtenue en l'absence du phénomène, montrant ainsi que la source de l'activité acquise par les lames est dans le gaz qui les sépare et que l'une d'elles ne peut augmenter d'activité qu'aux dépens de l'autre.

L'agglomération de la radioactivité induite contenue dans le gaz semble liée, au moins en première approximation, à la présence de la vapeur d'eau. La présence de l'ozone ne semble pas nécessaire. J'ai obtenu la suppression du phénomène dans des expériences où l'odeur d'ozone était très forte lors de l'ouverture de la cloche.

Quand un champ électrique fort est établi entre des lames horizontales placées l'une en face de l'autre, le phénomène de chute est masqué. La lame chargée négativement est alors toujours beaucoup plus active que celle chargée positivement et cela est vrai aussi bien pour les faces qui regardent vers le haut que pour celles qui regardent vers le bas.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité du molybdate d'uranyle.* Note de M. **B. Szilárd.**

Dans une Note parue dans les *Comptes rendus* (¹), M. Lancien communique qu'il a préparé un molybdate d'uranyle dont la radioactivité est beaucoup plus forte que celle de l'azotate d'uranyle.

D'après M. Lancien, l'activité du molybdate est comparable à celle d'un sel de baryum radifère d'activité 40 (quarante fois plus actif que l'uranium).

D'autre part, les travaux antérieurs relatifs à la radioactivité ont montré

(¹) *Comptes rendus*, 24 juin 1907.

que l'activité des sels d'uranium est toujours en rapport avec leur teneur en uranium ([1]).

On peut, il est vrai, au moyen de certaines opérations chimiques, priver temporairement un composé d'urane de la plus grande partie de son activité et concentrer celle-ci dans un petit résidu de traitement, mais cette modification n'est pas permanente. Au bout de quelque temps, le résidu que l'on nomme X a perdu son activité et le sel d'urane a recouvré progressivement sa radioactivité primitive. A l'état de l'équilibre radioactif, les sels d'urane possèdent donc une radioactivité caractéristique inférieure à celle de l'uranium.

Le résultat indiqué par M. Lancien étant en contradiction avec ce qui précède, il était utile de le contrôler.

J'ai préparé du molybdate d'uranyle d'après la même méthode que M. Lancien, méthode qui consiste à précipiter une solution d'azotate d'uranyle par le molybdate d'ammoniaque. J'ai préparé deux échantillons qui ont été obtenus, l'un en présence d'un excès de sel d'urane, l'autre en présence d'un excès de molybdate d'ammoniaque.

Les précipités ont été lavés et séchés, puis leur radioactivité a été mesurée par la méthode Curie, électromètre et quartz piézoélectrique. J'ai mesuré en même temps l'activité de l'azotate d'uranyle sec. Les mesures ont été poursuivies pendant 25 jours après la préparation.

L'activité des deux échantillons de molybdate d'urane était la même et, conformément à ce qu'on pouvait prévoir, elle était inférieure à celle de l'azotate d'uranyle : elle est la fraction 0,3 environ de celle de l'uranium métallique.

J'ai également comparé les effets photographiques du molybdate d'uranyle, de l'azotate d'uranyle et de l'oxyde d'urane. A ce point de vue aussi le molybdate d'uranyle a manifesté une activité absolument normale.

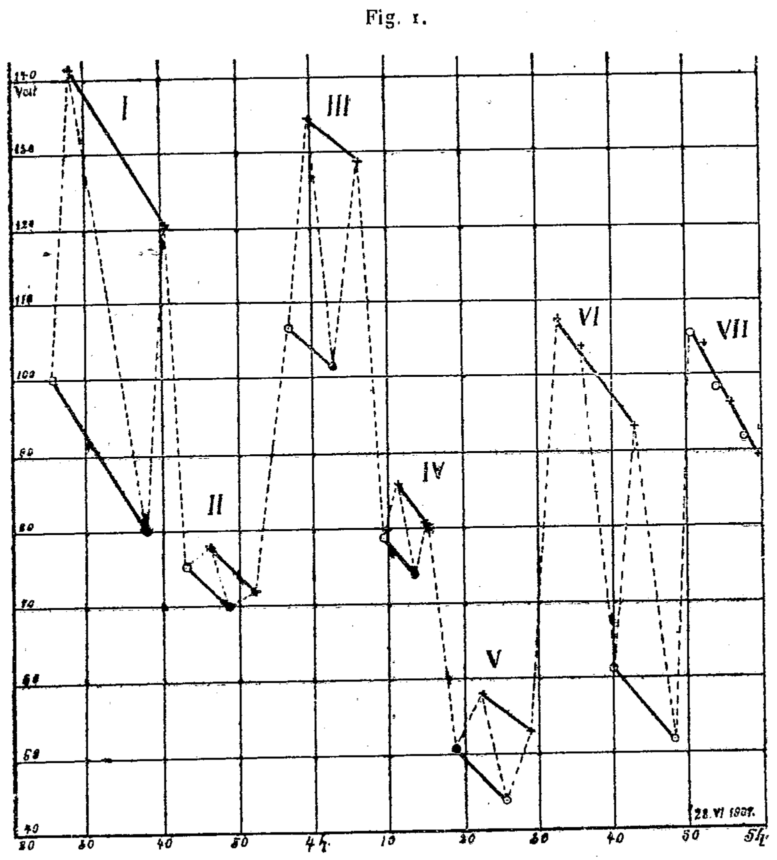
Ces résultats montrent que, contrairement à ce qui avait été annoncé, le molybdate d'uranyle ne présente rien de particulier au point de vue de la radioactivité.

([1]) Mme Curie, *Thèse de doctorat*.

PHYSIQUE. — *De l'effet des écrans en toile métallique sur le rayonnement secondaire de radioactivité induite.* Note (¹) de MM. **Ed. Sarasin** et **Th. Tommasina**, transmise par M. Becquerel.

Dans la Note que nous avons eu l'honneur de présenter dernièrement à l'Académie (²), nous avons indiqué brièvement que l'interposition d'écrans en toile métallique, sur le passage de l'action dispersive produite sur l'électroscope par un corps auquel on a fait acquérir de la radioactivité, dédouble

Fig. 1.



I un écran, 2mm. — II un écran, 0mm,2. — III deux écrans, 2mm et 2cm. — IV un écran, 2cm. — V un écran, 2mm. — VI un écran, 4mm. — VII sans écran.

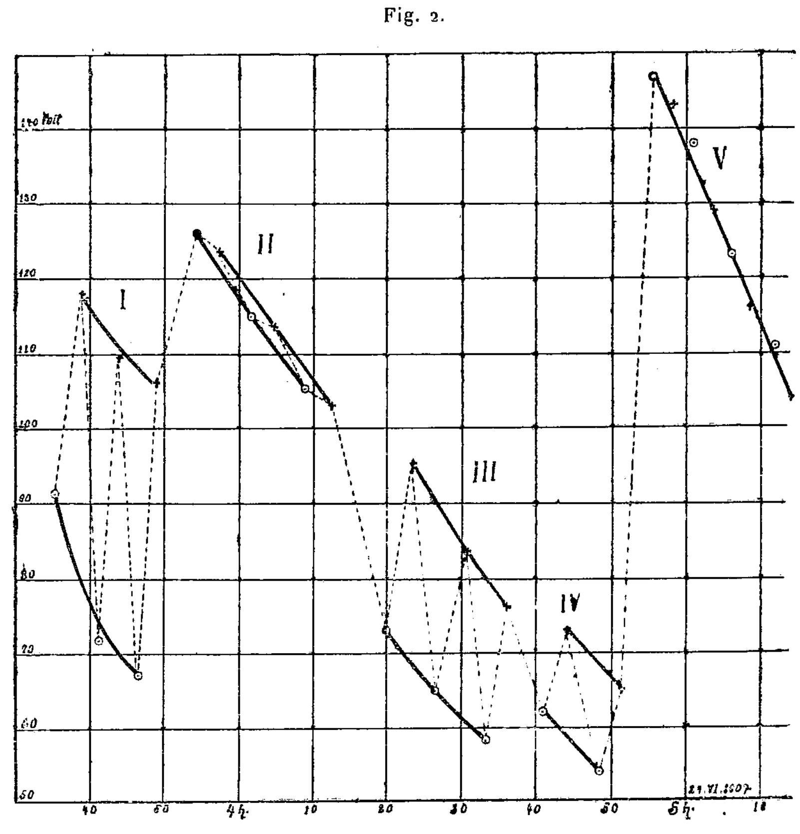
(¹) Reçue dans la séance du 19 août 1907.
(²) *Comptes rendus*, t. CXLV, n° 8, 19 août 1907, p. 420.

la courbe de désactivation. Les dessins de la Note actuelle documentent ce fait.

Trois cas principaux étaient à distinguer en ce qui concerne la radioactivité induite étudiée :

1° Celui d'un corps quelconque conducteur ou diélectrique maintenu un temps plus ou moins long, dans une atmosphère riche en émanation du radium, sans lui communiquer aucune charge électrique;

Fig. 2.



I un écran, 2mm. — II un écran, 0mm,2. — III deux écrans, 2mm et 2cm. — IV un écran, 2mm. V sans écran.

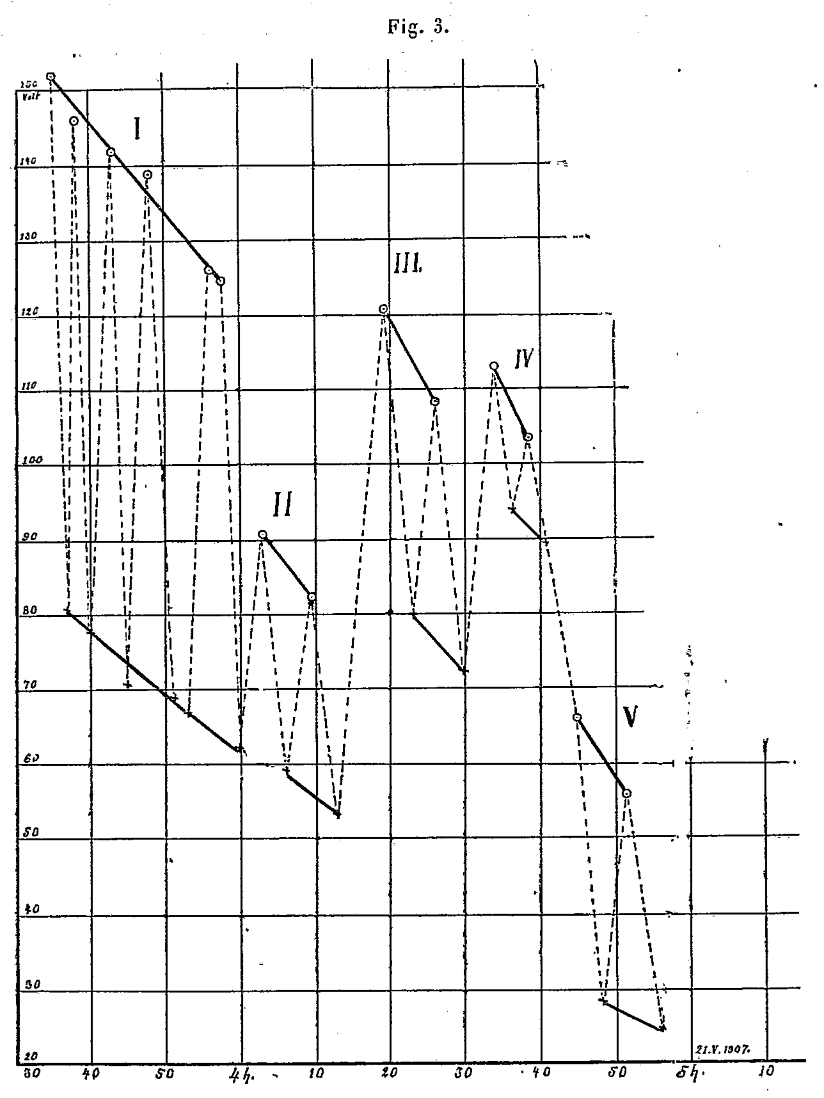
2° Celui d'un conducteur nu radioactivé dans la même atmosphère, maintenu tout le temps de l'exposition à un potentiel négatif élevé;

3° Celui d'un conducteur recouvert d'une couche diélectrique épaisse, également chargé négativement.

Les grilles, employées comme écrans, étaient à mailles plus ou moins écartées de 2cm à 0mm,2.

La figure 1 se rapporte au premier cas et montre que l'interposition de grilles différentes produit toujours le dédoublement avec la courbe positive placée en haut (effet maximum avec grilles à trous de 2^{mm} à 4^{mm}), la courbe étant unique en l'absence d'écran (VII).

Fig. 3.



I un écran, 2^{mm}. — II un écran, $0^{mm},2$. — III deux écrans, 2^{mm} et 2^{cm}. — IV un écran, 2^{cm}. — V un écran, 2^{mm}.

La figure 2 démontre que l'effet est le même dans le cas d'un conducteur nu radioctivé avec charge négative.

La figure 3, enfin, établit que dans le cas d'un conducteur recouvert d'une couche isolante soumis à la même charge négative, le dédoublement de la courbe a toujours lieu avec la négative placée au-dessus de l'autre.

BOTANIQUE. — *Le* Cyperus tuberosus *dans les terrains aurifères de Madagascar.* Note de MM. **H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans toutes les rivières des terrains primitifs du centre de Madagascar, divers *Cyperus* forment sur les rochers un épais gazon dont les rhizomes et les racines s'enchevêtrent en un lacis tellement serré et tenace qu'ils résistent aux courants les plus violents de la saison pluvieuse.

Ces *Cyperus* appartiennent à plusieurs espèces :

Le plus commun cependant est une herbe de 30^{cm} à 40^{cm} de hauteur, dont la tige triangulaire est légèrement renflée à la base.

Les feuilles, souvent au nombre de six, ont à peu près la même longueur que cette tige; quelques-unes sont un peu plus courtes; d'autres, au contraire, dépassent légèrement le sommet de l'inflorescence. Les limbes ont, au maximum, 2^{mm} de largeur.

A la base de l'inflorescence sont 3 (rarement 4) bractées très inégales et très étroites. La plus courte a $1^{cm},5$ à 2^{cm} de longueur, quand la plus longue en a 15 à 17.

Les épillets sont disposés en ombelles de corymbes à rayons inégaux; le plus long de ces rayons a 2^{cm} à $2^{cm},5$. Chaque axe porte de 4 à 12 épillets très étroits (1^{cm} de longueur, à peu près, sur 1^{mm} de largeur), composés de 10 à 20 fleurs, avec des glumes tachées de rouge sur le dos.

Les rhizomes, très ténus (1^{mm} à 2^{mm} de diamètre), ont, surtout à l'état frais, une odeur balsamique.

Par tous ces caractères, il semble bien que l'espèce soit le *Cyperus tuberosus* Rott., forme *tenuiflorus* Roxb. et c'est, en effet, la détermination que confirme la comparaison de nos échantillons avee les spécimens de l'herbier de Kew.

Il y a seulement à relever comme particularité la très grande étroitesse des feuilles dans la forme que nous avons étudiée. Mais nous ne croyons pas que ce soit un caractère suffisant pour justifier la création d'une espèce spéciale.

Si l'on se reporte à la synonymie actuellement admise, dans ce genre où les noms spécifiques ont été si souvent entremêlés, notre plante serait ainsi également le *Cyperus longus* de Baker (qui n'est pas celui de Linné), le

Cyperus tenuiflorus du même auteur (qui n'est pas celui de Rottboel) et le *Cyperus pertenuis* de Bojer.

Sous ces divers noms, le *Cyperus tuberosus* (qui est très ubiquiste, puisqu'il fait partie aussi des flores de l'Afrique occidentale, de l'Inde et de l'Australie) a déjà été signalé à Madagascar.

Ce qui, par contre, ne paraît pas avoir été encore remarqué, c'est le rôle qu'il peut jouer dans les terrains aurifères de l'île africaine, et que l'un de nous a eu récemment l'occasion de constater dans le bassin du Bemarivo, affluent de la Sofia.

Les touffes de la Cypéracée résistent, avons-nous dit, sur les rochers des torrents, aux grandes crues de la saison pluvieuse; elles sont, d'ailleurs, à ce moment, recouvertes par les eaux.

Or ces eaux, dans la région dont nous parlons, charrient des sables noirs et de l'or.

Première conséquence. — Une certaine quantité de cet « or flottant » (qui, avec quelques troncs silicifiés de Conifères, est peut-être tout ce qui reste actuellement d'anciennes couches permiennes détruites par les érosions) est retenue par le réseau des rhizomes et des racines; et l'on peut l'en extraire en saison sèche, quand les eaux ont baissé.

Pour préciser, après essais sur place, nous évaluons à 10^{cg} au mètre cube la teneur moyenne de ces touffes d'herbes. Ou, du moins, c'est là ce qu'on peut obtenir par le lavage des racines; en incinérant ensuite ces racines, on recueille encore 20^{cg} par tonne de cendres.

Second fait. — Le *Cyperus tuberosus* jouerait un rôle indirect dans la formation des conglomérats ferrugineux aurifères.

On sait que ces conglomérats résultent du dépôt de l'oxyde de fer qui compose en partie les sables noirs; et il est à penser que ce sont des micro-organismes qui sont les agents de cette formation, comme le sont dans nos eaux ferrugineuses d'Europe le *Crenothrix polyspora*, le *Cladothrix dichotoma*, le *Leptothrix ochracea*, le *Clonothrix fusca* et le *Gallionella ferruginea*, parmi les Bactéries, et l' *Antophysa vegetans* parmi les Flagellates.

Mais ce n'est pas dans les eaux courantes que ces organismes pourraient agir. Ils trouvent, au contraire, d'excellentes conditions de vie dans la vase immobile que, à la façon d'une éponge, conservent en saison sèche les racines et les rhizomes du *Cyperus*. C'est à ce moment que se forment ainsi les conglomérats.

Et c'est seulement de cette manière qu'on peut comprendre comment les concrétions ferrugineuses se trouvent souvent sur les pentes de roches

fortement inclinées. Cette position serait inexplicable, dans l'hypothèse d'un simple dépôt du fer; on la conçoit, au contraire, si l'on admet le travail des bactéries dans la boue que retient le *Cyperus*.

Il serait, au reste, intéressant de pouvoir rechercher s'il n'est pas certaines de ces bactéries qui seraient capables d'agir sur l'or et de provoquer des combinaisons; on s'expliquerait encore, en ce cas, que l'on trouve parfois, dans les conglomérats, de l'or non natif.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *L'oxydation intra-organique et la charge électrique des leucocytes comme agents importants de l'immunisation.* Note de M. **Alexandre de Poehl**, présentée par M. Armand Gautier.

Dès 1894 (1) j'ai constaté que la résistance ou immunité de l'organisme dépend de l'état actuel de l'oxydation intra-organique, c'est-à-dire de la respiration des tissus. La leucocytose en sang alcalin (de l'alcalescence dépend toujours l'oxydation) est un des facteurs les plus importants de l'immunité (2).

Si la leucocytose se produit dans un milieu suffisamment alcalin, il se forme, comme je l'ai établi il y a longtemps, de la spermine ($C^5H^{14}N^2$). J'ai toujours trouvé que le pus bénin était alcalinisé par cette base. La leucocytose maligne, la leucocytose cachectique et celle qui précède l'agonie, se produit en milieu acide, lorsque l'alcalescence du sang s'est abaissée.

Parmi les agents thérapeutiques qui produisent la leucocytose et rehaussent l'alcalescence du sang, il faut placer en première ligne la spermine elle-même. D'après les observations des professeurs Senator (3), Lœwy, Richter (4), Romanowski, Popoff (5), etc., cet alcaloïde peut être considéré comme l'agent le plus efficace, celui dont l'effet dure le plus longtemps.

Pour expliquer cette action, j'ai montré que la spermine agit en catalyseur des processus d'oxydation et qu'elle rehausse l'alcalescence du sang (6).

(1) A. de Poehl, *Journ. d. Chim. méd. et de Pharm.*, 1894, p. 141-194.

(2) A. de Poehl, *Die Immunitäts- und Immunisationstheorie vom biolog.-chem. Stand. betrach.* (*Acad. imp. d. Sciences de Saint-Pétersbourg*, 17 nov. 1894).

(3) Senator, *Semaine médicale*, 1895, n° 28.

(4) Lœwy et Richter, *Deutsch. med. Woch.*, 1895, n° 33.

(5) Romanowski, Popoff, Cf. *Organothérapeutique rationnelle*, 1895.

(6) A. de Poehl, *D'un rapport entre les oxydations intra-organiques et la production d'énergie cinétique dans l'organisme* (*Comptes rendus*, 24 avril 1899).

Les acides organiques qui se forment dans l'organisme, par suite de l'excitation du système nerveux ou du système musculaire, se brûlent alors surtout en donnant de l'acide carbonique.

Les remèdes physicodiététiques et balnéothérapeutiques peuvent aussi rehausser l'alcalescence du sang, mais leur effet n'est jamais si prompt, tandis qu'une injection de spermine la rehausse en quelques minutes.

C'est un fait connu que la fatigue, les influences psychiques (chagrins, émotions), l'alcoolisme, etc. abaissent la résistance de l'organisme aux infections. L'abaissement de l'alcalescence du sang a été constaté dans les autointoxications (neurasthénie, marasme, hystérie, artériosclérose). Ces faits sont confirmés par les observations de Benedict, de Buck, Ewald, Frétin, Fürbringer, Goldberg, Kostiurin, Mendel, Ostroumoff, Podkopaieff, Rostchinin, Rovighi, Salomon, Shichareff, Sokoloff, Ballet et d'autres.

Le fait constaté par Behring et Fodor en 1893 que l'alcalescence du sang est d'une grande importance pour l'immunité, se trouve en conformité avec les observations de Charrin et Roger, qui ont trouvé que la surfatigue, en produisant de l'acide lactique, abolit l'immunité.

Senator, Lœwy et Richter (¹) ont obtenu, grâce aux injections de spermine, une guérison définitive des animaux auxquels on avait injecté une dose trois ou quatre fois mortelle de pneumocoques.

Des essais analogues de Lœwy et Richter (²), avec le choléra des poules et la toxine de la diphtérie, prouvent aussi le rehaussement de l'immunité par ces injections.

On a eu mêmes bons résultats dans les maladies les plus différentes : influenza, typhus, syphilis, tuberculose, diphtérie, choléra (Podkopaieff, Popoff, Rostchinin, Schwimmer, Coldbery, Rossi, Besser, Milaiewski, etc.).

La spermine, comme catalyseur des processus d'oxydation, rehausse non seulement l'alcalescence du sang; grâce à elle les toxines subissent encore une oxydation d'où résulte la désintoxication. [Prince de Tarchanoff (³), Alexandre et Alf. de Poehl, Kuliabko (⁴), Kakowski et Proshanski.]

Mes observations récentes prouvent que ce même agent augmente aussi l'énergie électrique. La petite quantité de 4^{mg} de spermine suffit pour déve-

---

(¹) SENATOR, *Semaine médicale,* 1895, n° 28.

(²) LŒWY et RICHTER, *Deustch. med. Woch.,* 1895, n° 33.

(³) Prince DE TARCHANOFF, ALEX. et ALFR. DE POEHL, *Zeitschr. f. diätetische u. physikalische Therapie,* Bd. IX, 1905-1906.

(⁴) KULIABKO, *Comptes rendus,* 1903; *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg,* t. XV, 1901, et t. XVI, 1902.

lopper, *in vitro* (¹), la quantité énorme d'électricité qui, calculée d'après l'hydrogène dégagé, correspond à 3765 coulombs. Cette propriété de la spermine nous fait ainsi reconnaître un des facteurs de l'immunisation.

Les recherches récentes de Pauli (²) viennent de montrer que l'albumine se charge électronégativement dans un milieu alcalin, tandis que dans un milieu légèrement acidule elle se charge électro-positivement. Dreschewetzki (³) a constaté que les globules rouges du sang ne reçoivent évidemment que peu d'électricité, tandis que les leucocytes, grâce à leur labilité chimique, se chargent plus facilement. La charge électrique des leucocytes semble donc devoir changer facilement en correspondance avec la réaction du milieu. Comme les leucocytes sont chargés électronégativement quand l'alcalescence du sang est suffisante, ils attirent les bactéries chargées positivement et ainsi apparaît la leucocytose bénigne ou phagocytose (chimiotaxis positive). Au contraire, si les leucocytes sont chargés positivement par suite d'une acidulation des sucs des tissus, la chimiotaxis négative se produit et les bactéries sont repoussées. Dans ce cas nous avons la leucocytose maligne.

Cette théorie nous donne aussi l'explication des résultats du professeur Alb. Robin (⁴), qui constata que les métaux colloïdes jouent un grand rôle dans la thérapeutique des maladies infectieuses. Les bons résultats obtenus par le professeur Schwimmer dans la syphilis, en associant la spermine au mercure, reçoivent même explication.

Nous pouvons donc conclure que la thérapeutique qui combine les effets de la spermine avec ceux de la sérothérapie et des métaux colloïdes, en produisant le rehaussement de l'alcalescence du sang et relevant la charge électronégative des leucocytes, assure le mieux la désintoxication et l'immunisation.

(¹) A. DE POEHL, *Comptes rendus*, 10 octobre 1892.

(²) PAULI, *Chem. Centralbl.*, t. I, 1906, p. 376-377. — *Ueber die elektrische Ladung von Eiweiss u. ihre Bedeutung*. (*Naturw. Rundsch.*, t. XXI, p. 3-5 et 17-20. — *Vortrg. i. d. morpholog.-physiolog. Ges. Wien.*)

(³) DRESCHEWETZKI, *Chem. Centralbl.*, t. I, 1906, p. 252.

(⁴) ALB. ROBIN, *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, t. VIII, p. 18-28, janvier-décembre 1904. Paris.

GÉOLOGIE. — *Sur la relation qui existe entre la distribution des régions pétrolifères et la répartition des zones séismiques* (¹). Note de M. **L.-C. Tassart.**

Des observations faites pendant plusieurs visites aux champs pétrolifères des États-Unis, des Carpathes et de la Russie nous avaient amené à penser qu'il devait y avoir une relation entre les gisements pétrolifères et les zones séismiques.

Ce sont les résultats des comparaisons que nous avons faites que cette Note a pour but d'indiquer et que nous croyons pouvoir formuler de la façon suivante :

1° Tous les gîtes pétrolifères qui se trouvent dans les terrains relativement récents sont situés dans les zones à séisme maximum ou dans leur voisinage immédiat.

2° Il peut y avoir, dans les zones séismiques, des gisements pétrolifères dans les terrains relativement anciens; mais cela est l'exception.

3° Les gisements pétrolifères qui sont en dehors des zones séismiques sont situés dans des terrains anciens et, qui plus est, ils sont dans des régions qui ont été autrefois soumises à des séismes importants (géosynclinaux primaires par exemple).

Si l'on suit la zone séismique qui côtoie l'Asie à l'Est, on y trouve les régions pétrolifères exploitées du Japon, ainsi que celles qui sont connues à Formose; puis vient la zone séismique des îles Philippines, où se trouvent les régions pétrolifères des environs de Manille, des îles Cebu, Panay, Mindanao, etc. La coïncidence existe aussi pour les îles Timor, Moluques, les Célèbes, les îles de Java et Sumatra. A Sumatra, il y a même une extension notable de la zone séismique vers le Sud, où se trouvent justement les exploitations pétrolifères de la province de Palembang.

En remontant au Nord vers la région séismique du Burmah, se trouvent les exploitations pétrolifères de la vallée de l'Irawady (Yénang-Young, Yénang-Yat, etc.) et celles moins importantes des îles Arakan (Ramri, Cheduba, etc.), puis plus au Nord celles de l'Assam et enfin, dans un éperon qui s'étend vers l'Est pour la région séismique, les exploitations chinoises du Sé-Tchouen.

(¹) Nous avons pris comme terme de comparaison les Cartes séismiques de M. de Montessus de Ballore d'une part et, d'autre part, afin d'éviter autant que possible le coefficient personnel, les Cartes des régions pétrolifères de M. Boverton Redwood.

Vient ensuite, vers l'Ouest, la région séismique de l'Himalaya et du haut Indus, où des indications pétrolifères nombreuses sont connues; puis, chose qui semble très remarquable, la zone séismique se ramifie, comme la zone pétrolifère elle-même, pour passer au sud de la Perse avec la région pétrolifère des bords du golfe Persique, du Tigre et de l'Euphrate, et au nord de la Perse avec les régions pétrolifères qui avoisinent le sud de la mer Caspienne; de plus, dans la direction même où s'étend le rameau séismique qui aboutit au Haut-Obi, se trouve la zone pétrolifère qui part de la Caspienne pour passer par Merv, s'étendre sur le Ferghana (où il y a maintenant des exploitations prospères) et arriver également au haut Obi. La coïncidence continue avec la presqu'île d'Apscheron, le Caucase, la presqu'île de Taman, celle de Kertch (Bakou, Grosny, Bérékey, Ilsky, etc.), la ramification vers la mer Morte existant aussi bien au point de vue pétrolifère qu'au point de vue séismique.

On atteint alors la mer de Marmara, les côtes de Dalmatie, l'Italie et la Sicile, et le gisement des Carpathes se trouverait en bordure (il nous semble inutile de citer les centres pétrolifères de ces différentes régions qui sont suffisamment connus).

En Amérique la concordance n'est pas moins frappante, elle existe pour les gisements de la région des côtes de la Bolivie, du Pérou, de l'Equateur, de la Colombie, du Vénézuela, des Antilles; et dans l'Amérique du Nord, en zones également isolées, pour les séismes et pour le pétrole, dans la Californie et dans l'Alaska. Faisons un retour vers l'Eurasie et la coïncidence des zones isolées n'est pas moins frappante pour les environs de Lisbonne, du sud de l'Espagne, du nord de l'Algérie, du sud du Baïkal et du coude de l'Hohan-Ho.

Restent maintenant les zones pétrolifères de l'Amérique du Nord qui sont en dehors des zones séismiques; l'important gisement des Appalaches et ses extensions. Ils se trouvent dans les terrains relativement anciens (Carbonifère, Dévonien, Silurien) et sur le parcours d'un ancien géosynclinal primaire qui devait autrefois être le siège de séismes accentués. De même pour les gisements situés dans l'ancien géosynclinal de l'Oural (gisements de la Petchora, etc.) et ce géosynclinal de l'Oural viendrait se raccorder avec le géosynclinal plus récent (méditerranéen) justement vers Bakou, expliquant ainsi la richesse pétrolifère exceptionnelle de la région Caspienne. A l'ancienne zone des plissements Hercyniens et analogues devraient être rattachées les indications pétrolifères des Iles Britanniques et peut-être celles de la vallée de l'Elbe.

Nous avons été conduit à ces rapprochements en nous inspirant de la théorie chimique de la formation du pétrole et de la théorie des émanations, mais nous pensons que des savants plus compétents et plus autorisés trouveront sans doute la raison définitive et rationnelle de ces coïncidences qui nous semblent trop nombreuses pour n'être dues qu'au hasard.

M. J. Quesneville adresse une Note *Sur la répulsion de la queue des comètes.*

M. Delaunev adresse une Note *Sur la constitution de la matière.*

La séance est levée à 3 heures et demie.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 29 juillet 1907.)

Note de M. *E. Manceau,* Sur le *Coccus anomalus* et la maladie du *bleu* des vins de Champagne :

Page 353, ligne 9, *après les mots* dépôt formé dans *ajoutez* la bouteille, mais il se produit aussi dans.

(Séance du 19 août 1907.)

Note de M. *Em. Vigouroux,* Sur les alliages de nickel et d'étain :

Page 431, ligne 16, *au lieu de* elle diminue à partir de 66,76 pour 100 (chiffre qui correspond à NiSn), *lisez* le maximum étant compris entre 40,22 (Ni^2Sn) et 66,76 (NiSn), chiffre à partir duquel elle diminue.

Note de MM. *Fourneau* et *Tiffeneau,* Préparation des halohydrines dissymétriques, etc. :

Page 437, lignes 21 et 26, *au lieu de* fusible à 137°, *lisez* fusible à 107°.

Page 439, ligne 17, *au lieu de* disubstitués dissous, *lisez* disubstitués dissymétriques.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 SEPTEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** présente à l'Académie le Tome V des *Observations* de l'Observatoire d'Abbadia : *Observations faites au cercle méridien en* 1905, par MM. VERSCHAFFEL, LAHOURCADE, L. SOUGARRET, BERGARA, SORREGUIETA, GOULART, BEIGBEDER et M[lles] D. SOUGARRET et LIE SOUGARRET, publiées par l'ABBÉ VERSCHAFFEL, Directeur de l'Observatoire.

MINÉRALOGIE. — *Les phénomènes de contact du trachyte phonolitique du Griounot* (*Cantal*). Note de M. **A. LACROIX.**

Le mode de mise en place des pitons phonolitiques (¹) aux parois abruptes, qui constituent l'un des traits topographiques les plus caractéristiques de certaines régions volcaniques du Massif central de la France, prête à discussion (²). Les uns ont pu se former à la surface du sol, à la manière du dôme récent de la Montagne Pelée, et n'ont été que régularisés par les

---

(¹) Je désigne sous ce nom, non seulement les *phonolites* proprement dites, c'est-à-dire des roches contenant de la néphéline, mais encore des *trachytes phonolitiques,* qui possèdent les mêmes caractères extérieurs, mais sont dépourvus de néphéline.

(²) Il ne s'agit pas ici, bien entendu, des coulées découpées par l'érosion, telles que celle du Roc Blanc au Mont-Dore, ni des filons minces, dont l'interprétation n'est pas douteuse.

érosions postérieures. Les autres ont dû être édifiés à l'état de masses intrusives ou d'énormes dykes, décapés plus tard par de formidables érosions, qui ont enlevé les roches avoisinantes moins résistantes; leur situation actuelle est donc essentiellement l'œuvre d'un phénomène destructeur.

En cherchant quelle est celle des deux hypothèses qui doit être appliquée aux pitons phonolitiques du Cantal central, j'ai découvert un contact remarquable, non seulement en raison de sa nature même, mais encore à cause de la rareté des phénomènes de ce genre dans les régions volcaniques.

Le Puy de Griou (1694^m), avec ses annexes de moindre importance, le Griounot (1452^m), la Montagne Blanche et le Puy de l'Usclade (1493^m), se dresse au centre du massif du Cantal, sur l'arête qui sépare la vallée de la Jordanne de celle de la Cère. Il est bien connu par son profil hardi et par le rôle que lui faisait jouer Élie de Beaumont dans sa théorie des cratères de soulèvement.

Les roches avoisinantes sont constituées par la brèche andésitique, ainsi que par des coulées d'andésites et accessoirement de basaltes. En un seul point, sur le flanc nord du Griounot et près de son sommet (sous le buron de Marsa), j'ai pu voir le contact du *trachyte phonolitique*, qui constitue ces divers pitons, avec une lave plus ancienne de nature basaltique.

Le trachyte phonolitique a métamorphisé ces roches, il s'est transformé lui-même à leur contact et a envoyé au milieu d'elles de minces apophyses (0^m,50 au plus d'épaisseur), dans lesquelles s'observent aussi des modifications minéralogiques importantes.

L'examen microscopique montre dans le trachyte phonolitique normal de nombreux phénocristaux : augite, hornblende barkévicitique (en partie transformée en augite et magnétite), haüyne, sphène, orthose et anorthose, labrador et, en faible quantité, olivine, apatite, zircon. Ces phénocristaux sont distribués dans une pâte holocristalline, essentiellement formée par des microlites d'orthose et d'anorthose, d'augite et de magnétite.

Une caractéristique importante du trachyte phonolitique du Griounot et du Griou consiste dans sa richesse en enclaves homœogènes lamprophyriques, dont la structure oscille entre la grenue et la microlitique. Elles sont essentiellement constituées par de la hornblende et de l'augite (phénocristaux et microlites), avec un peu de titanomagnétite et d'olivine, enveloppées pœcilitiquement par de grandes plages ou par des microlites d'orthose; ce feldspath est parfois accompagné ou remplacé par des plagioclases ou par de l'analcime. Ces enclaves, qui renferment parfois, en outre, des

cristaux de *pseudoleucite* remplis par de l'orthose, de la haüyne et de la néphéline (avec un peu de pyroxène), à structure foyaitique, sont donc, suivant les cas, à comparer à des *shonkinites*, à des *camptonites* ou à des *monchiquites* (1).

Le trachyte qui constitue les apophyses perd assez brusquement les caractères de la roche normale, dès qu'il se détache de la masse principale. Il n'est plus fissile, il devient bulleux; sa couleur est d'un vert clair. Au microscope, on constate la disparition de tous les phénocristaux autres que ceux de feldspaths; ceux-ci, au lieu d'avoir des contours géométriques, se prolongent irrégulièrement dans la pâte, pendant la cristallisation de laquelle ils ont continué à s'accroître, en englobant ses éléments colorés. Cette pâte est essentiellement constituée par de très petits microlites de feldspaths alcalins, contenant une poussière de grains et d'octaèdres de *spinelle*, d'un vert foncé, accompagnés de petites aiguilles de *rutile*. Il existe aussi une matière colloïde hydratée, résultant sans doute de l'altération d'un peu de verre et probablement aussi de phénocristaux de haüyne. Cette roche peut être comparée aux *bostonites;* mais l'abondance de spinelle lui donne un cachet qui n'est offert par aucune roche connue jusqu'à présent.

Le contact avec la roche basaltique est net, quand on l'examine à l'œil nu, le trachyte change seulement de couleur sur quelques millimètres; l'étude microscopique montre qu'il y a là une étroite zone de mélange des deux roches. Des lamelles de biotite apparaissent tout d'abord dans le *trachyte spinellique,* puis le spinelle disparaît, en même temps que se développent des plagioclases (atteignant le labrador comme basicité).

Ces feldspaths finissent par prédominer et alors les dimensions des éléments de la roche augmentent beaucoup, la structure devient enchevêtrée, de l'augite apparaît ensuite.

Les mêmes phénomènes s'observent avec plus d'ampleur autour des débris des épontes enclavés dans la roche trachytique (2).

---

(1) Ces enclaves peuvent être aussi comparées aux roches que j'ai décrites comme facies de variation des syénites néphéliniques de Nosy Komba (Madagascar) et qui se retrouvent, dans des gisements voisins, sous forme de filons indépendants.

(2) Le contact de la masse trachytique et du basalte montre des modifications du même ordre que dans les apophyses, avec cependant une cristallinité plus grande. Malheureusement les roches y sont peu fraîches.

Les deux analyses suivantes permettent de comparer la composition du trachyte phonolitique normal et de la roche des apophyses :

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	SO^3.	Cl.	Perte au feu.	
a...	59,20	20,20	0,94	1,74	1,43	2,76	6,20	5,52	0,52	0,08	0,03	2,47	= 101,09
b...	58,60	21,60	0,96	1,50	1,78	1,42	4,32	6,48	0,57	»	»	2,75	= 99,98

On voit que la roche modifiée diffère du trachyte normal par la diminution de la chaux et de la soude, ainsi que par l'augmentation de l'alumine et de la potasse. Le calcul fait voir que ces différences sont suffisantes pour que, dans la roche de contact, l'alumine soit en notable excès sur la quantité nécessaire pour feldspathiser toute la chaux et les alcalis; on comprend dès lors, à la fois, l'impossibilité de la production des métasilicates et la formation du spinelle. Dans la zone de mélange, le basalte a fourni au magma trachytique renfermant cet excès d'alumine, de la chaux non feldspathisée, qui a déterminé la production du plagioclase; on voit bien, en outre, pourquoi cette zone de mélange ne renferme ni le spinelle spécifique du trachyte, ni tout d'abord l'augite caractéristique du basalte; celle-ci n'apparaît que lorsque la quantité de chaux apportée est supérieure à celle nécessaire pour utiliser toute l'alumine sous forme de feldspaths. La richesse en potasse a permis la production de la biotite.

Le basalte normal observé à une cinquantaine de mètres du contact contient beaucoup de grands cristaux et de microlites de labrador à structure vaguement fluidale; les autres éléments sont l'augite titanifère, la titanomagnétite et l'olivine (calcifiée).

Dans la zone de contact, la roche est à beaucoup plus gros éléments; les plagioclases de grande dimension sont enchevêtrés, laissant entre eux des intervalles intersertaux, remplis par du verre altéré et par quelques microlites feldspathiques filiformes à extinction longitudinale. L'augite et l'olivine (calcifiée) ne sont plus les seuls éléments ferromagnésiens, elles sont accompagnées par une grande quantité de gros cristaux automorphes de hornblende barkévicitique et de biotite, souvent associés ophitiquement avec les feldspaths. Cette roche peut être comparée à certaines *protérobases*, c'est-à-dire à des diabases à amphibole et à biotite primaires.

A quelques mètres au-dessous des roches qui viennent d'être étudiées, au milieu d'un éboulis, se trouve un autre contact, sans apophyses trachytiques. La cristallinité de la roche modifiée est moins grande; on observe tous les passages entre la structure précédente et la structure microlitique à éléments

fins; la proportion de hornblende diminue et celle d'augite augmente avec la cristallinité. Ces variétés microlitiques sont à comparer à des *camptonites*.

Toutes ces roches basiques de contact, aussi bien que le basalte lui-même, sont si riches en calcite et en analcime secondaires, qu'il n'est pas possible de discuter d'une façon suffisamment précise la question de savoir si les transformations qu'elles ont subies se sont effectuées avec ou sans apport.

Quoi qu'il en soit sur ce point, le mécanisme de la transformation peut s'expliquer de la façon suivante : au contact de l'énorme masse trachytique du Griounot, montant, à haute température, au milieu de roches volcaniques plus anciennes, le basalte a été refondu sur quelques mètres (au moins sur quinze), puis a recristallisé par un refroidissement lent et tranquille, qui seul peut expliquer la différence de structure existant entre cette forme de contact et le basalte normal. L'endomorphisme observé sur le bord des apophyses trachytiques démontre la réalité de cette refusion. Ces phénomènes se sont nécessairement effectués à une certaine distance de la surface et les vapeurs émanées du magma intrusif ont dû y jouer un rôle; c'est par leur action que peut s'expliquer l'abondance de la hornblende (et de la biotite), qui caractérise d'une façon constante le trachyte phonolitique, mais n'existe pas dans le basalte, qui, lui, est venu au jour.

En résumé, deux conclusions découlent de cette étude : l'une est particulière à la géologie cantalienne; le piton du Griounot n'est pas un dôme de consolidation superficielle [1]; le trachyte phonolitique, qui le constitue, a été mis en place à la façon d'une roche intrusive au milieu de roches plus anciennes, qu'il a localement transformées et au contact desquelles il s'est lui-même modifié. Il a été plus tard décapé par l'érosion.

La seconde est d'un ordre plus général. La structure de la roche du Griounot ne diffère pas de celle d'un trachyte épanché; sa consolidation, pour n'avoir pas été superficielle, n'a donc pas été très profonde. Aussi est-il d'une grande importance théorique de voir réalisés à son contact des types pétrographiques comparables à des roches se trouvant toujours ou le plus souvent en filons, telles que les *camptonites*, les *protérobases* [2], les *bostonites*.

---

(1) Mais rien ne s'oppose à ce qu'il soit la racine d'un dôme superficiel arasé. Je réserve la question en ce qui concerne le Puy Griou.

(2) Il est intéressant de noter ici l'opinion exprimée sur les *protérobases* par M. Rosenbusch qui, les rangeant dans ses roches d'épanchement, fait remarquer qu'on ne les connaît que dans les régions plissées et que leur composition minéralogique est

Ces types ne se sont pas, il est vrai, formés par un processus magmatique normal, comme les enclaves lamprophyriques du trachyte lui-même, qui renferment la même amphibole, mais leur existence ne nous en apporte pas moins une nouvelle preuve de la possibilité de la genèse de semblables roches dans l'appareil volcanique [1] lui-même, dès que peuvent s'y réaliser des conditions autres que celles de la fusion purement ignée.

Cette dernière conclusion est du même ordre que celle à laquelle m'ont conduit l'étude des roches quartzifères du dôme récent de la Montagne Pelée et des laves anciennes rejetées par la dernière éruption du Vésuve, bien que la nature des unes et des autres soit fort différente de celle des roches étudiées ici.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la monochlorhydrine butylénique bisecondaire* $H^3C - \underset{OH}{CH} - \underset{Cl}{CH} - CH^3$. Note de M. **Louis Henry**.

La chlorhydrine butylénique *bisecondaire* offre, à divers points de vue, un intérêt particulier parmi les composés butyléniques normaux C^4H^8XX'. Or ce corps n'a pas été décrit jusqu'ici, Eltekoff ne le mentionne pas dans son grand Mémoire de 1882 sur les oxydes glycoliques, il a passé de suite à son oxyde $CH^3 - \underbrace{CH - CH}_{O} - CH^3$, éb. 56°, l'oxyde d'éthylène biméthylé symétrique.

Grâce à l'obligeant concours de mon assistant, M. Auguste de Wael, cette lacune est comblée aujourd'hui.

La chlorhydrine butylénique bisecondaire $H^3C - \underset{Cl}{CH} - \underset{OH}{CH} - CH^3$

---

probablement d'origine métamorphique (contact ou dynamométamorphisme). La protérobase de contact du Griounot peut être invoquée à l'appui de cette hypothèse.

(1) M. Michel Lévy a depuis longtemps signalé la présence de la hornblende (microlitique) dans les filons du Val-d'Enfer, au Mont-Dore. Des études plus récentes, effectuées dans les massifs de Rongstok, en Bohême, dans le Kaiserstuhl, etc., ont fait découvrir dans ces centres volcaniques des *filons* de roches franchement lamprophyriques.

résulte de l'addition de l'acide hypochloreux (HO) Cl au *diméthyl-éthylène symétrique* $H^3C - CH = CH - CH^3$.

On y a trouvé 32,92 pour 100 de chlore; la formule en demande 32,72.

C'est, comme tous les composés de ce genre, un liquide incolore, quelque peu épais, d'une agréable odeur, peu soluble dans l'eau; il en exige environ 15^{vol} à 20° pour se dissoudre.

Sa densité à 20° est égale à 1,105 et son indice de réfraction 1,44376, ce qui correspond à 26,05 comme pouvoir réfringent moléculaire; le calcul conduit à 26,98.

Cette chlorhydrine bout sous la pression de 753^{mm} à 138°-139°. Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 3,73; la densité calculée est 3,75 [1].

Ce corps est fort sensible à l'action des alcalis libres et même des sels à réaction alcaline tels que K^2CO^3, qui le transforment en son oxyde $H^3C - \underbrace{CH - CH}_{O} - CH^3$ (éb. 56°), l'oxyde d'*éthylène biméthylé symétrique*.

La comparaison des dérivés éthyléniques et butyléniques symétriques prête à des rapprochements intéressants, au point de vue de la volatilité. Ils trouveront mieux leur place dans un travail spécial.

Je tiens à mentionner pour terminer que le gaz butylène employé à cette synthèse a eu pour origine la réaction de la potasse alcoolique sur l'iodure butylique $H^3C - CH^2 - CHI - CH^3$ *secondaire;* l'alcool butylique *secondaire* lui-même $H^3C - CH^2 - CH(OH) - CH^3$ a été obtenu synthétiquement à l'aide de $C^2H^5 - Mg - Br$ réagissant, dans l'éther, sur l'éthanal $H^3C - CH = O$. Il se forme, dans ces conditions, comme produit accessoire, une quantité non négligeable d'alcool éthylique $H^3C - CH^2(OH)$.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie impériale des Sciences de Tokio**, la **Société royale des Sciences de Christiania** adressent des remercîments à l'Académie pour l'envoi de la plaquette commémorative de la première réunion de l'Association internationale des Académies.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

La *Carte géologique de la presqu'île du cap Vert* (*Sénégal*), par M. Jean

(1) Par la méthode de Hofman.

CHAUTARD. (Hommage du Gouverneur général de l'Afrique occidentale française.)

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance de l'air.* Note [1] de M. **JOUGUET**, transmise par M. Jordan.

La présente Note a simplement pour objet de transposer, dans le langage de l'hydrodynamique moderne, l'application faite par Newton de la théorie de la similitude à l'étude de la résistance de l'air.

Soit un corps solide A se déplaçant dans une masse d'air.

I. Si la vitesse de A est faible, il résulte d'un théorème de Helmholtz [2] que l'air se meut sensiblement comme s'il était incompressible, très visqueux et très bon conducteur de la chaleur. La résistance qu'il oppose à A doit donc être analogue à celle de l'eau : elle est due sans doute à la viscosité du fluide et son mécanisme doit être celui qui est analysé par la théorie de Poncelet et Saint-Venant [3]. J'ai montré ailleurs [4] à quelles conditions la loi de la similitude pouvait être appliquée à cette théorie, et comment elle faisait prévoir une proportionnalité approchée au carré de la vitesse. C'est là un fait conforme aux expériences, notamment à celles que le colonel Renard a exécutées avec son moulinet dynamométrique.

II. Si la vitesse de A est très grande, le théorème de Helmholtz apprend que l'air se déplace comme un fluide peu conducteur, peu visqueux et très compressible. A allant plus vite que le son, la résistance qu'il éprouve est due probablement alors, conformément aux idées d'Hugoniot et de M. Vieille et aux expériences photographiques de M. Mach [5], à la formation d'une onde de choc qui le précède. Nous pouvons appliquer ici, puisque nous

---

(1) Reçue dans la séance du 2 septembre 1907.

(2) *Cf.* une Note *Sur la similitude dans le mouvement des fluides,* parue dans les *Comptes rendus* du 7 août 1905.

(3) Il me paraît probable que les surfaces de glissement, invoquées par Helmholtz et Kirchhoff, ne jouent pas le principal rôle dans la résistance des liquides. Si d'ailleurs elles en jouent un, on peut leur appliquer la théorie de la similitude et trouver la loi du carré de la vitesse.

(4) *Sur la similitude dans le mouvement des fluides* (*Journal de l'École Polytechnique,* 1905).

(5) *Cf.* aussi *On the resistance of air,* by A. MALLOCK (*Proceedings of the Royal Society,* 7 mars 1907).

pouvons négliger viscosité et conductibilité en dehors de l'onde de choc, les résultats de notre Note publiée dans les derniers *Comptes rendus*, aux équations de laquelle nous nous référerons.

Supposons que le projectile soit lancé dans l'air au repos et y provoque une onde de choc. Avant l'onde, $u_1 = v_1 = w_1 = 0$. Mais après, u_2, v_2, w_2, $\frac{dh_2}{dt}$ sont forcément de l'ordre de grandeur de la vitesse de A, et, si nous supposons que cette vitesse est excessivement grande, les équations (2) montrent que p_2 est très grand par rapport à p_1. Lesdites équations peuvent alors se réduire à

$$(4)\quad \begin{cases} \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2}\frac{dh_1}{dt} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1}\frac{dh_2}{dt} = \lambda u_2 + \mu v_2 + \nu w_2, \\ p_2 = \rho_1 \frac{dh_1}{dt}\frac{u_2}{\lambda} = \rho_1 \frac{dh_1}{dt}\frac{v_2}{\mu} = \rho_1 \frac{dh_1}{dt}\frac{w_2}{\nu}, \\ (\gamma + 1)\rho_1 = (\gamma -)\rho_2. \end{cases}$$

Lançons successivement le projectile A avec deux vitesses V et V′ différentes, mais toutes deux très grandes. Il se produit, à l'avant, une onde de choc. Avant cette onde, on a, dans les deux cas,

$$u_1 = v_1 = w_1 = 0;$$

au passage de l'onde, les équations (4) sont valables; après, le mouvement est régi par les équations (1) de notre précédente Note et, s'il se produit de nouvelles ondes de choc, par des équations analogues à (2). Il est facile de voir que ces deux expériences sont semblables avec

$$\frac{\beta}{\alpha^3} = 1, \qquad \frac{\varpi}{\varpi'} = 1, \qquad \chi = \frac{\alpha^2}{\varepsilon^2} = \frac{V'^2}{V^2}.$$

Les pressions qui s'exercent sur le corps A, et par suite les résistances qu'il éprouve, sont donc dans le rapport des carrés des vitesses. On peut donc dire que :

Aux très grandes vitesses la résistance de l'air est proportionnelle au carré de la vitesse.

Ce résultat paraît conforme aux expériences des artilleurs. Il a été démontré par Newton dans ses *Principes*. La méthode qu'a suivie cet auteur consiste à comparer, par la théorie de la similitude, la résistance des fluides réels avec celle d'un fluide fictif formé de particules n'exerçant les unes sur

les autres aucune action. Il est intéressant de remarquer que cette méthode pourrait être, mot pour mot, transposée dans le langage de l'Hydrodynamique actuelle, où l'on évite les hypothèses moléculaires : il suffirait d'appliquer les lois des gaz parfaits et de prendre, pour fluide fictif, un gaz parfait au zéro absolu. C'est là une conception qui n'aurait aucune réalité physique, mais qui ne serait qu'un procédé mathématique de raisonnement, une manière symbolique de présenter la démonstration que nous avons donnée ci-dessus.

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude des alliages de cobalt et d'étain.* Note de M. F. **Ducelliez**, transmise par M. A. Haller.

J'ai continué l'étude chimique des alliages de cobalt et d'étain par des teneurs en étain comprises entre 57 et 66 pour 100. Des culots appropriés ayant été fondus comme précédemment, j'ai essayé d'en retirer : 1° Co^3Sn^2 en les attaquant par l'acide chlorhydrique; 2° CoSn en faisant agir l'acide azotique.

I. *Culot à* 59,72 *pour* 100 *d'étain.* — Assez fragile pour se casser à la main, gris, avec des points brillants, présentant quelques soufflures, non magnétique.

Le culot broyé a été soumis à l'action de l'acide chlorhydrique à 15 pour 100, puis porphyrisé avant chaque attaque subséquente. Les analyses correspondantes ont donné :

	Après la 1re attaque.	Après la 2e attaque.	Après la 3e attaque.	
Cobalt	39,81	40,38	41,38	pour 100
Étain	59,26	58,73	58,03	»
	99,07	99,11	99,41	

Le corps obtenu en dernier lieu présente une composition voisine de Co^3Sn^2 qui exige : Co 42,35; Sn 57,65. Ceux qui proviennent d'attaques successives par l'acide azotique concentré tendent vers une teneur plus élevée en étain. Entre chaque opération, la matière subissait une porphyrisation, l'emploi de la potasse était évité, l'acide métastannique pouvant

s'enlever par lévigation. Les analyses faites après chaque attaque donnent :

	Après la 1re attaque.	Après la 2e attaque.
Cobalt..........	38,03 pour 100	37,48 pour 100
Étain...........	61,76 »	62,22 »
	99,79	99,70

composition qui reste longtemps presque constante; le dernier résidu, très faible, titre 64 pour 100.

II. *Culot à* 61,15 *pour* 100 *d'étain.* — Les propriétés physiques sont les mêmes que celles du précédent; attaqué par l'acide chlorhydrique, il fournit des alliages donnant à l'analyse :

	Après la 1re attaque.	Après la 2e attaque.
Cobalt..........	40,00 pour 100	41,12 pour 100
Étain...........	59,37 »	58,58 »
	99,37	99,70

On retrouve donc Co^3Sn^2.

Par l'acide azotique concentré, on se rapproche encore de CoSn; les analyses fournissent :

	Après la 1re attaque.	Après la 2e attaque.
Cobalt..........	36,08 pour 100	35,08 pour 100
Étain...........	63,30 »	63,96 »
	99,38	99,04

la dernière portion, échappant à l'attaque, titre 64 pour 100 environ.

III. *Culot à* 64,83 *pour* 100 *d'étain.* — Texture cristalline, très cassant, non magnétique. Les attaques à l'acide chlorhydrique ne changent pas notablement sa composition.

L'acide azotique concentré ayant amené une diminution du tiers de ce culot, broyé préalablement, il a été obtenu CoSn qui exige : Co 33,24; Sn 66,76 pour 100. Le dosage a fourni, en effet :

Cobalt........................	33,40 pour 100
Étain.........................	66,37 »
	99,77

Ces alliages sont donc probablement formés d'un mélange de CoSn et de Co^3Sn^2 ; l'existence de CoSn ne peut toutefois s'affirmer dans les culots I et II ; pour pouvoir l'isoler, il faut dépasser la teneur en étain de ce dernier culot, soit 62 pour 100.

Le Tableau suivant résume les résultats de l'étude chimique des alliages cobalt-étain.

Teneur en étain.	Composition des alliages.	Alliages définis isolés.	Propriétés physiques.	
0	Co et Co^3Sn^2		Fragilité augmente	Alliages magnétiques
57,65		Co^3Sn^2	D = 8,862, limite du magnétisme	
	Co^3Sn^2 et CoSn		Très fragiles	Alliages non magnétiques
66,76		CoSn	D = 8,950	
			De moins en moins durs et cassants	
85	CoSn et Sn			
100			Alliages malléables	

MINÉRALOGIE. — *Sur la célestite du Mokattam (Le Caire).* Note de M. **Couyat**, présentée par M. A. Lacroix.

Pendant mon séjour à l'Institut français d'Archéologie du Caire, j'ai étudié le gisement de célestite du Mokattam et recueilli un très grand nombre de beaux cristaux qui m'ont permis de compléter les travaux publiés par Sadebeck (¹), O. Fraas (²) et Szadeczky (³) sur ce même gisement, et de préciser, en même temps que les *formes différentes* de ce minéral, les relations qu'elles présentent avec la nature de leur gisement.

La célestite du Mokattam se trouve à l'est du Caire, dans la falaise qui limite le Désert arabique, en face le Tombeau des Kalifes, et, plus au sud, au Ouadi et Ty, ainsi qu'à quelques endroits intermédiaires, mais voisins de ces localités. Le gisement appartient à deux niveaux différents, d'âge lutétien, situés dans l'étage dit du *Mokattam supérieur*. On rencontre la célestite dans le calcaire, en filons, en géodes, en amas radiés dans des poches

(¹) *Zs. Geol. Ges.*, t. XVIII, 1866, p. 652.
(²) *Aus dem Orient* (*Stuttgart*), 1877, p. 122.
(³) *Földtani Közlöny*, 1896, p. 113.

fossilifères, dans des moules internes de fossiles ou à l'intérieur de Nautiles. Les formes que j'ai observées sur mes cristaux sont les suivantes :

$p(001)$, $m(110)$, $h^1(100)$, $h^3(210)$; $g^2(130)$, $a^2(102)$, $a^4(104)$, $e^1(011)$, $b^{\frac{1}{2}}(111)$, χ se rapprochant de 177, Y(275), Z(176).

Les angles suivants :

$$mm = 75°59; \qquad pe^1 = 127°58$$

ont donné la relation axiale

$$0,78105 : 1 : 128148.$$

Les types que j'ai pu caractériser sont les suivants :

1° *Type Mokattam.* — Représenté par des cristaux normalement développés suivant les axes a, b, c. Ces cristaux, atteignant jusqu'à $3^{cm},5$ de diamètre, sont très limpides, rarement ternis localement par de fines inclusions liquides disposées en surfaces gauches. Les formes rencontrées sont pme^1a^2; a^4 est très rare et mal développé, e^1 et a^2 parfois très réduits. Ils sont toujours implantés sur les parois de cavités du calcaire.

2° *Type Sicile.* — Cristaux allongés suivant l'axe a. C'est le type le plus abondant. Le cristaux sont de couleur variée : bleutés opaques ou limpides (Ouadi et Ty), verdâtres ou transparents (Tombeau des Kalifes). Dans la première de ces localités on les trouve parfois isolés et bien développés à chacune de leurs extrémités, ou en amas tabulaires accompagnés de gypse lenticulaire, dans des poches fossilifères. S'ils sont dans des cavités peu fossilifères, ils offrent la forme radiaire en amas qui peuvent atteindre 15^{cm} à 20^{cm}. Au Tombeau des Kalifes ils sont, comme précédemment, en géodes ou dans des moules de Nautiles et de Gastropodes dont ils englobent souvent une partie de la spire. On y voit les formes pme^1a^2, $pme^1a^2h^3$, cette dernière face est courbe et arrondit l'arête h.

On voit, rarement, des cristaux de cette forme légèrement allongés suivant l'axe vertical, ainsi que dans le type précédent.

3° *Type Érié.* — Cristaux aplatis suivant l'axe vertical. On les trouve en place au nord de Ouadi et Ty. Ils sont opaques, d'un blanc laiteux, avec p, m, e^1, a^2, a^4; ils mesurent jusqu'à 5^{cm} de diamètre, leur développement est si inégal en hauteur qu'ils donnent des formes transitoires avec le premier type. Sur la face m de l'un d'entre eux sont implantés des cristaux fusiformes de calcite avec la combinaison $pd^{\frac{17}{9}}e^{\frac{14}{13}}e^{\frac{11}{4}}$.

4° *Type bassin de Paris et Virginie.* — Cristaux allongés suivant a terminés antérieurement par une brachypyramide à faces voisines de $\chi(177)$. On y voit la combinaison $pe^1a^2h^1\chi$, les faces e^1 et χ étant arrondies.

5° *Type Pschow.* — J'ai trouvé des cristaux de même forme que celle que figurent, sans la décrire, Borne et Weiss (¹) et trouvée par eux à Pschow (Silésie). Il est carac-

(¹) *Zs. Geol. Ges.*, t. VII, 1855, p. 454.

térisé par la présence de deux brachypyramides nouvelles en zone avec e^1 et m; mes mesures conduisent aux symboles Y(176) et Z(275) avec :

	Mesuré.	Calculé.
e^1Y..............	160°30′	160°14′
e^1Z..............	170°50′	170°24′

Ce type est allongé suivant a. Il rappelle les formes apotome et dioxynite d'Haüy, mais en diffère par les brachypyramides qui ne sont pas en zone avec h^1. Lorsque ce type est raccourci suivant l'axe antérieur, il affecte la forme de tonnelets due à ce que les faces e^1 et Y ou Z sont courbes. De plus ces faces sont toujours ternes.

On y distingue les combinaisons

$$e^1Z;\quad e^1Zh^1;\quad e^1Zh^1a^2;\quad e^1Zh^1a^2pm.$$

$$e^1Za^2h^1mb^{\frac{1}{2}};\quad e^1Za^2pm.;\quad e^1Ya^2pm.$$

Les faces h^1 sont striées par des dièdres aux faces parallèles à m; g^2 est rare et peu développé.

On trouve ces cristaux en filons ou en géodes, mais surtout dans les spires de Gastropodes.

La célestite du Mokattam renferme des inclusions différentes suivant son gisement. C'est ainsi que, dans les géodes où elle est presque toujours limpide, elle n'a que de rares inclusions liquides, tandis que, dans les poches fossilifères, elle englobe des masses opaques de quartzine ou des débris de fossiles disposés dans un ordre quelconque, mais, le plus souvent, régulièrement placés suivant les faces d'un cristal primordial du deuxième type, qui s'est accru en conservant la même forme. Cela m'amène à penser qu'il y a eu deux temps dans la formation de quelques-uns de ces cristaux, ou tout au moins changement des conditions de cristallisation durant leur accroissement. En effet, dans les cristaux du type Pschow, il y a beaucoup de formes simples qui, primitivement, étaient du type Sicile, limpides jaunâtres, auxquelles se sont surajoutés par la suite : une brachypyramide Z tronquée ou non de h^1, un dièdre e^1e^1 recouvrant p, ce qui montre, de plus, que la présence de p est incompatible avec ce type. On distingue toujours la partie surajoutée, car elle est invariablement rendue opaque par des faces farineuses ou granuleuses.

Des accroissements irréguliers dans le deuxième type se font suivant deux faces m ou e^1 opposées, et suivant deux de ces faces adjacentes.

Il semble que la coloration a pour origine les inclusions liquides ou des cassures minuscules, ou encore des plages spongieuses, microscopiques, de matière amorphe probablement organique, car des essais chimiques et microchimiques n'ont révélé ni Fe^2O^3 ni Al^2O^3; les cristaux n'ont comme

impureté appréciable que de la chaux, ainsi que le montre l'analyse suivante, faite sur l'un d'eux :

$$SO^3 = 43,7; \quad SrO = 55,9; \quad CaO = 0,2; \quad PF = 0,45.$$

La densité de ce même cristal, grossièrement concassé, est 4,01. Les indices mesurés sur un échantillon de même provenance ont pour valeur

$$n_g = 1,63045; \quad n_m = 1,62232; \quad n_p = 1,62040 \text{ (Na)};$$

ce qui donne,

$$2V = 51^\circ 43' 6'' \quad \text{et} \quad 2E = 90^\circ 4' 40'';$$

alors que la mesure directe a fourni, à la lumière du Na, également

$$2E = 89^\circ 48'; \quad \text{d'où} \quad 2V = 51^\circ 25' 10''.$$

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les plantes phanérogames parasites et les nitrates.* Note [1] de M. **Marcel Mirande**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Nous ne sommes pas encore bien fixés sur les causes qui ont infligé l'état parasitaire à un certain nombre de plantes supérieures. Mes recherches et celles postérieures de Fraysse ont mis en lumière le rôle important de la plante nourricière dans l'alimentation carbonée de la plante parasite. Ces recherches contribuent à établir que le parasitisme, avec ses degrés divers d'acuité, est principalement dû à des degrés divers dans le pouvoir d'autoformation des hydrates de carbone, ce qui revient à dire que le parasitisme d'une plante phanérogame est lié surtout au degré de son fonctionnement chlorophyllien. Quelques physiologistes, comme Pfeffer (*Pflanzenphysiologie*), semblent considérer la question sous un jour différent, du moins pour certains végétaux comme les hémiparasites verts. Ces plantes, disent-ils, retirent du sol l'eau et les sels nutritifs en quantités abondantes; grâce à leur activité chlorophyllienne propre, elles sont très bien pourvues d'hydrates de carbone; il est donc naturel de penser qu'elles se procurent par voie parasitaire une combinaison azotée ou quelque élément particulier des cendres.

Les plantes phanérogames parasites absorbent-elles les nitrates? Pour répondre à la question, il est inutile de rechercher l'azote nitrique dans la plante par l'analyse directe. Il suffit d'analyser qualitativement le suc de la

(1) Présentée dans la séance du 2 septembre 1907.

plante et de rechercher les nitrates par voie microchimique, surtout dans leurs lieux d'absorption (suçoirs et racines), par le réactif sensible bien connu de la diphénylamine sulfurique.

Chez les plantes complètement parasites, comme les *Orobanche, Phelipœa, Cytinus, Cuscuta,* on ne trouve jamais de nitrates ni dans les suçoirs ni dans l'appareil végétatif, même lorque les plantes hospitalières sont très riches en ces substances.

C'est ainsi que les *Cuscuta monogyna, C. racemosa, C. europœa,* installées sur *Lycium barbarum,* plante très nitratifère, ne puisent par leur suçoirs aucune trace de nitrates. L'*Utrica dioica* est l'hôte de prédilection de la *Cuscuta europœa;* on sait combien l'Ortie est avide de nitrates. Les suçoirs de la Cuscute sont implantés dans un tissu éminemment chargé de salpêtre sans pour cela en puiser.

Les *Galium* sont des plantes très nitratifères; les nœuds caulinaires de certaines espèces sont de véritables magasins de nitrates. J'ai maintes fois rencontré la *Cuscuta epithymum* fixée sur ces végétaux avec de nombreux suçoirs implantés sur les renflements nodaux. Ces suçoirs ne contiennent jamais de nitrates.

Pas de nitrates non plus dans le gros tubercule-suçoir de l'*Orobanche hederæ* implanté sur des racines de Lierres contenant des nitrates; ces Lierres croissant, du reste, sur un sol riche en nitrates, en compagnie de plantes avides de nitrates comme les *Urtica,* les *Chenopodium* et les *Amarantus.*

Le Tabac est une plante bien connue pour sa grande richesse en salpêtre; c'est un hôte de choix pour le *Phelipœa ramosa.* Les suçoirs de la plante parasite n'absorbent pas le nitrate, quoique plongeant dans un tissu très nitratifère. Il n'y en a pas davantage dans la racine ou la tige.

J'ai pu observer de belles végétations de *Phelipœa* sur une Légumineuse, le *Melilotus officinalis;* la plante parasite installe son tubercule, c'est-à-dire son suçoir principal, sur les grosses racines de l'hôte, non loin du collet; les suçoirs radicaux s'implantent un peu partout sur les racines de la Légumineuse. La racine et la tige de l'hôte contiennent des nitrates, on n'en trouve pas dans la plante parasite.

Remarque intéressante en passant : les nodosités sont rares sur les racines de *Melilotus* ainsi attaquées par les *Phelipœa.* Une observation analogue a été faite déjà au sujet de Légumineuses parasitées par l'*Osyris alba* (Fraysse). Les suçoirs absorbent avec avidité des hydrates de carbone dans la plante hospitalière; d'autre part, on sait aussi que les microbes des nodosités puisent l'énergie nécessaire à leur assimilation de l'azote dans la consommation d'une grande quantité d'hydrates de carbone. On peut logiquement penser que les *Phelipœa,* implantés sur les grosses racines, non loin du collet, nuisent à l'installation des microbes des nodosités en leur ravissant au passage les hydrates de carbone qui leur sont nécessaires.

A noter aussi la présence abondante de nitrates dans cette Légumineuse ainsi attaquée par le *Phelipœa.*

Considérons maintenant les hémiparasites verts. Le Gui n'offre jamais la réaction des nitrates. Pas de nitrates non plus dans les suçoirs de l'*Osyris alba*, même fixé sur des hôtes très nitratifères. Les Rhinanthacées parasites fournissent des résultats très variables : le plus souvent, la réaction des nitrates, dans les racines comme dans les suçoirs, est négative dans les *Euphrasia, Odontites, Rhinanthus, Pedicularis;* parfois elle est positive, surtout chez *Rhinanthus* et *Pedicularis*. Une constatation analogue a été faite déjà sur quelques Rhinanthacées par A. Sperlich.

En résumé, les Phanérogames parasites sans chlorophylle, ou à fonction chlorophyllienne à peu près nulle, ne puisent pas de nitrates au sein de leurs plantes hospitalières. Chez les hémiparasites verts, l'absorption des nitrates peut s'effectuer ou être nulle.

Il est naturel d'interpréter ces phénomènes de la manière suivante. Il semble bien prouvé que, dans les plantes supérieures, l'assimilation de l'azote nitrique exige l'intervention de la chlorophylle et de la lumière. Les plantes parasites incolores, ne pouvant effectuer la réduction des nitrates, puisent dans l'hôte l'azote à l'état de combinaison organique, c'est-à-dire bénéficient du travail chlorophyllien déjà effectué sur les nitrates par la plante hospitalière verte.

On sait, d'autre part, que les hémiparasites verts présentent des degrés variables dans l'intensité de l'assimilation chrorophyllienne du carbone. Les travaux de Gaston Bonnier, Ewart, Heinricher, sans s'accorder cependant en tous points, aboutissent à ce fait que les plantes parasites vertes présentent des degrés divers dans l'acuité de leur parasitisme, même chez une espèce donnée considérée. Heinricher a montré que le complet développement des Rhinanthacées vertes exige des conditions spéciales d'éclairement et que certains hôtes sont plus favorables que d'autres; quelques-unes de ces plantes peuvent même se développer, quoique chétivement, à l'état libre. L'activité chlorophyllienne chez ces plantes subit des fluctuations dues aux circonstances extérieures. La variabilité dans le pouvoir d'absorption des nitrates est peut-être corrélative de ces fluctuations.

BOTANIQUE. — *Sur la variation dans la ramification des ombelles.* Note de M. **H. Ricôme**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'observation m'a permis de constater, dans l'inflorescence du *Bupleurum fruticosum*, des faits qui semblent montrer que l'action de l'éclairement sur

la ramification, loin d'être la même dans toutes les régions du corps, s'atténue sur les parties voisines de la fleur. Je me propose d'en rechercher des exemples dans d'autres types d'inflorescence. On sait que la fleur est moins nettement impressionnée que l'appareil végétatif par les conditions générales du milieu extérieur; il serait intéressant de savoir si l'atténuation de l'action de ces facteurs sur les organes portant les fleurs est un phénomène fréquent ou s'il est accidentel.

La plante étudiée forme des buissons dépassant $1^{m},50$ de hauteur, dont les nombreux rameaux se terminent par autant de grandes ombelles composées, à involucre et involucelles caducs. Toutes les fleurs sont nettement pédonculées, les rayons de l'ombellule ayant de 3^{mm} à 8^{mm} de longueur. La longueur des rayons de l'ombelle varie de 15^{mm} à 40^{mm}.

Voici la variation constatée dans le nombre des anneaux floraux de deux pieds, ayant poussé, l'un à l'ombre de Pins d'Alep, l'autre au soleil. 50 ombelles ont été prises sur chacun d'eux.

Dans les 50 ombelles du pied placé à l'ombre, il y a :

1 ombelle à 4 rayons; 5 à 5 rayons; 14 à 6; 6 à 7; 5 à 8; 9 à 9; 2 à 10; 2 à 11; 3 à 12; 2 à 14 et 1 à 18 rayons. Dans ces 400 ombellules, il y a 1 ombellule à 2 pédoncules floraux, 1 à 5; 6 à 6; 8 à 7; 20 à 8; 24 à 9; 48 à 10; 70 à 11; 81 à 12; 69 à 13; 38 à 14; 11 à 15 et 2 à 16, ce qui fait un total de 4323 fleurs, groupées en 379 ombellules parfaites. En outre, 2 rayons d'une ombelle totalement concrescents portent 17 fleurs et 19 rayons accidentellement détruits sont dépourvus de fleurs. Au total, on compte 4340 fleurs ou pédoncules floraux. L'ombelle possède de 22 à 256 fleurs.

Dans les 50 ombelles du pied exposé au soleil, il y a :

2 ombelles à 8 rayons; 2 à 9; 1 à 10; 3 à 11; 3 à 12; 7 à 13; 5 à 14; 4 à 15; 8 à 16; 2 à 17; 4 à 18; 1 à 19; 1 à 20; 2 à 21; 1 à 23; 1 à 24; 1 à 26 et 2 à 29 rayons. Dans ces 780 ombellules, il y a 7 ombellules à 1 pédoncule floral; 2 à 2; 1 à 3; 1 à 4; 5 à 5; 5 à 6; 2 à 7; 6 à 8; 47 à 9; 85 à 10; 272 à 11; 208 à 12; 79 à 13; 37 à 14 et 4 à 15, ce qui fait un total de 8501 pédoncules floraux, groupés en 761 ombellules parfaites. En outre, 10 rayons, appartenant à 5 inflorescences différentes, sont totalement concrescents 2 à 2 et portent ensemble 81 fleurs; 9 rayons sont plus ou moins détruits. Au total, on compte 8582 fleurs ou pédoncules floraux. L'ombelle possède de 82 à 294 fleurs.

Plus de la moitié des inflorescences du pied ensoleillé présente un nombre de rayons supérieur à 14; une seule ombelle du pied ombragé est dans ce cas. La première ramification de l'inflorescence est donc bien plus riche sur la première plante. La variation y est aussi plus étendue; l'ombelle offre 8 à 29 rayons, alors qu'elle n'en possède que 4 à 18 sur la plante placée à l'ombre.

Dans la deuxième ramification, au contraire, la différence entre les deux

plantes disparaît presque complètement. Les grandes ombelles ne produisent pas des ombellules plus nombreuses en rameaux que les autres. Les nombres de pédoncules floraux de l'ombellule les plus fréquents sont 11 et 12 sur les deux pieds; la variation se tient sensiblement dans les mêmes limites : 1 à 16 pédoncules floraux dans l'ombellule. A noter aussi que la variation est bien moindre que pour les rameaux du premier ordre de l'ombelle.

La considération du nombre moyen des rameaux conduit à des résultats plus frappants encore. L'ombelle est, en moyenne, constituée de 8 rayons sur le pied abrité, de 15,40 (près du double par conséquent) sur le pied ensoleillé. L'ombellule est, en moyenne, formée sur le premier de 11,40 pédoncules floraux, sur le second de 11,17, nombres presque identiques.

En résumé, le nombre moyen des rameaux de la première ramification de l'inflorescence est environ deux fois plus élevé sur le pied exposé au soleil que sur le pied ombragé. Par contre, pour la deuxième ramification, le nombre moyen est sensiblement le même sur les deux plantes. La variation dans le nombre des rameaux de l'inflorescence, presque identique dans les deux cas pour l'ombellule, est beaucoup plus grande pour l'ombelle sur la plante ensoleillée que sur la plante ombragée. De cette observation on peut conclure, en ce qui concerne le *Bupleurum*, que l'exposition au soleil favorise la première ramification de l'ombelle et la rend surabondante, et qu'elle est à peu près sans action sur la ramification de l'ombellule, celle-ci restant la même au soleil et à l'ombre.

ZOOLOGIE. — *Les causes de la mort du jeune Hippopotame de la Ménagerie du Muséum.* Note de M. E.-L. TROUESSART, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans la séance du 26 août dernier, j'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie la naissance d'un jeune Hippopotame au Muséum. J'ai le regret de lui annoncer, aujourd'hui, que cet animal est mort, le 5 septembre, âgé de 21 jours, des suites des blessures que sa mère lui avait faites au moment de sa naissance.

Alors qu'ils étaient tous deux dans l'eau, le matin du 15 août, jour de la naissance, et que le nouveau-né nageait et plongeait autour de sa mère, essayant déjà de s'attacher à ses mamelles, celle-ci l'avait repoussé bruta-

lement contre les marches du bassin. Or, ces marches, déjà très hautes pour un Hippopotame adulte, sont, à plus forte raison, inaccessibles à un jeune animal.

Dès le premier moment, nous avions constaté, de chaque côté de la tête, à la région temporale, des excoriations de la largeur d'une pièce de cinq francs qui, sous l'influence d'un pansement convenable, se cicatrisèrent rapidement; mais l'épaisseur de la peau et l'habitude qu'avait le jeune animal de se tenir presque constamment dans l'eau, nous avaient empêchés de voir des lésions sous-cutanées beaucoup plus sérieuses.

Quelques jours après, au moment où il sortait de son bain pour venir téter la Chèvre qu'on lui présentait, nous vîmes le sang et le pus couler de sa jambe antérieure gauche. Il portait deux abcès, l'un à la région carpienne, l'autre au pli du coude. Il est certain que, dès ce moment, le jeune animal faisait de la résorption purulente. Ces abcès, traités par des injections antiseptiques, ne rendaient plus de pus à la date du 5 septembre.

Par ailleurs, la santé générale du jeune animal ne semblait pas altérée. Il continuait à téter ses huit chèvres avec le même appétit. Son poids avait augmenté, de $38^{kg},800$ à $43^{kg},500$, en 8 jours; au moment de sa mort il devait peser près de 50^{kg}.

C'est seulement le 4 septembre, vers 5^h du soir, que l'on constata un tressaillement des membres ressemblant à une convulsion. Dans la nuit, il prit encore le lait de deux Chèvres. Vers le matin, on s'aperçut qu'il était mort.

L'autopsie, faite avec beaucoup de soin, au laboratoire d'Anatomie comparée, par MM. Pettit et Neuville, préparateurs de M. le professeur Edmond Perrier, et en présence de celui-ci, a révélé nettement les causes de la mort.

Le point de départ est manifestement la suppuration de la jambe gauche antérieure. A la région sternale on trouve, sous la peau, des collections purulentes fusant entre les muscles; les ganglions lymphatiques de cette région sont volumineux et ramollis. Le péricarde, distendu, renferme un gros caillot sanguin, et le ventricule gauche du cœur présente une perforation assez large pour qu'on puisse y introduire une sonde uréthrale. Cette perforation est évidemment la cause de la mort qui a dû être subite, par hémorragie et arrêt du cœur.

On sait avec quelle facilité les microbes pathogènes, entraînés par les globules de pus, se fixent dans le muscle cardiaque.

Il y a eu, ici, peut-être endocardite, bien qu'elle ne semble pas primitive, mais en tout cas, myocardite ulcéreuse et perforation de la paroi ventriculaire. En outre, les artères coronaires étaient dures et fortement gonflées. L'infection a dû se produire par les voies lymphatiques.

Tous les autres organes étaient sains, et le tissu adipeux, largement développé, prou-

vait que l'animal s'était bien nourri jusqu'à la veille de sa mort. Celle-ci est donc le fait d'un accident et nullement d'une faute dans l'élevage.

Si, comme je l'espère, nous avons une nouvelle naissance l'année prochaine, nous nous efforcerons d'obtenir un meilleur résultat en suivant strictement le programme suivant :

Assister à la mise bas, à quelque heure du jour ou de la nuit qu'elle se produise; soustraire immédiatement le nouveau-né à la brutalité de la mère; avoir sous la main les Chèvres nécessaires pour l'allaiter; prendre deux fois le jour sa température rectale; le peser tous les 8 jours; enfin, faire construire à l'avance un bassin assez spacieux pour qu'il puisse s'y plonger complètement et s'y trouver à l'aise jusqu'à l'âge de 4 à 5 mois.

L'élevage de ces jeunes animaux au lait de Chèvres n'est pas absolument nouveau.

Dès l'année 1877, ce procédé avait donné de bons résultats au Jardin zoologique d'Amsterdam. Un jeune Hippopotame, acheté 20000^{fr} à l'âge de 9 mois par le Jardin zoologique de Londres, avait été nourri au lait de Chèvres.

Les motifs qui me font préférer ces dernières sont multiples. En raison de leur petite taille, les Chèvres sont plus maniables et leurs mamelles sont plus à la portée d'un animal bas sur jambes tel qu'un jeune Hippopotame; le danger des ruades, provenant d'une nourrice rétive, est aussi moins grand : dès le second jour, nos Chèvres se sont prêtées très docilement à l'allaitement de leur gros nourrisson. Enfin, pour le prix d'une seule Vache, on peut avoir quatre ou cinq Chèvres et c'est là une dernière considération qui n'est pas à négliger.

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *La piscifacture du Turbot.*
Note de M. **R. Anthony**, présentée par M. Edmond Perrier.

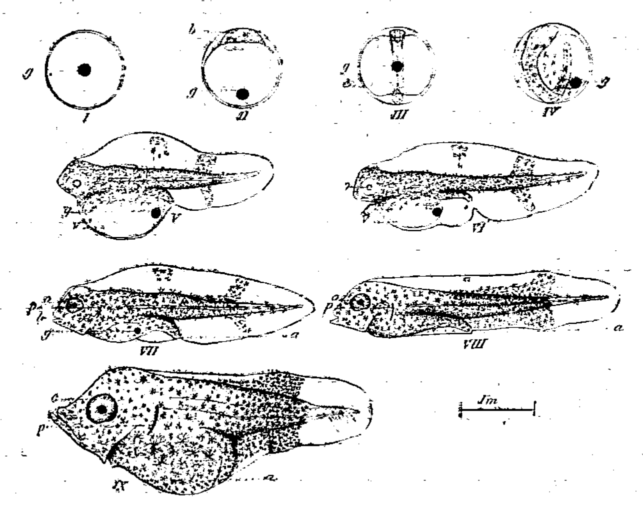
En raison de sa valeur marchande considérable, le Turbot (*Rhombus maximus* Linné) est l'un des Poissons de mer dont la piscifacture offre le plus d'intérêt; malheureusement son élevage présente, de l'avis de tous ceux qui ont abordé cette question, les plus grandes difficultés pratiques.

Sur les conseils de M. le professeur Edmond Perrier j'ai repris cette année, au Laboratoire maritime de Saint-Vaast-la-Hougue où il a établi

une organisation complète en vue de la pisciculture marine, l'étude de cet important problème, et les résultats obtenus ont été les suivants (¹) :

En février, dix Turbots vigoureux et en âge de se reproduire ont été déposés dans les vastes bassins en ciment que possède le laboratoire ; ils s'y sont rapidement acclimatés et se sont aisément accoutumés au régime alimentaire auquel ils ont été régulièrement soumis.

Le 18 juillet, une première ponte a été obtenue après laquelle se produisirent cinq pontes successives dont la dernière eut lieu le 3 août.



I. Œuf fécondé (1er jour). II. Œuf avec blastoderme (2e jour). III. Œuf avec embryon non pigmenté (4e jour). IV. Œuf avec embryon pigmenté (6e jour). V. Larve peu de temps après l'éclosion (8e jour). VI. Larve dont le vitellus a été à moitié résorbé (9e jour). VII. Larve dont le vitellus a été à peu près complètement résorbé (10e jour). VIII. Larve complètement dépourvue de vitellus; au cours de la période critique (14e jour). IX. Larve après l'achèvement de la période critique (23e jour).

g, globule huileux; *b*, blastoderme; *e*, embryon; *v*, vitellus; *bo*, bouche; *a*, anus; *o*, œil; *p*, base d'insertion de la nageoire pectorale.

Les œufs normalement fécondés par la laitance des Turbots qui se trouvaient être des mâles furent soigneusement recueillis dans les bassins à l'aide de filets à plankton, et immédiatement déposés dans des appareils à agitation continue, semblables à ceux qui ont été utilisés par M. Fabre-Domergue lors de ses recherches sur le développement de la Sole. En vue d'établir l'objectivité de mes résultats, j'ai dû utiliser, au fur et à mesure du développement, la totalité des produits, peu abondants d'ailleurs, des

(¹) Je suis heureux de pouvoir remercier, ici, M. Ch. Liot, mécanicien et patron des bateaux du Laboratoire, du concours intelligent et dévoué qu'il m'a prêté pour ces recherches. Il a été pour moi le plus précieux des collaborateurs.

premières et des dernières pontes. C'est seulement à l'aide de ceux de la quatrième ponte (29 juillet) que j'ai suivi la marche chronologique du développement du jeune Turbot.

L'éclosion des œufs se produisit le septième jour au matin, après la ponte (4 août).

Sans attendre la résorption complète du vitellus, j'ai commencé, suivant la méthode recommandée par M. Perrier au Congrès des pêches maritimes des Sables-d'Olonne en 1896, à partir du dixième jour au matin (7 août), l'alimentation des jeunes larves, auxquelles j'ai donné chaque matin et en abondance du plankton bien vivant, pêché au large et soigneusement tamisé sur de la soie à bluter très fine. Ainsi que je pus le constater, l'alimentation se fit d'une façon tout à fait normale.

Le onzième jour au soir (8 août), disparurent les dernières traces du vitellus. A partir de ce moment, les larves commencèrent à s'accroître très rapidement.

Le quinzième jour environ (12 août) marqua le début d'un élargissement dorso-ventral considérable portant surtout sur la région céphalique.

Le vingt-troisième jour au matin (20 août), un arrêt accidentel de quelques heures dans la marche du moteur de notre appareil amena la mort de presque toutes nos larves. Elles avaient dépassé, depuis le dix-huitième ou le vingtième jour environ, la période dite *critique* de leur développement et se trouvaient dans le cours du stade que M. Fabre-Domergue, dans son travail sur le développement de la Sole, a décrit sous le nom de *stade* O.

Pendant tout le cours de cet élevage, l'eau de mer dans laquelle se développaient les larves a été maintenue à une température constante de 18° à 20°.

Ajoutons enfin qu'en dehors des larves sacrifiées en vue de la documentation et de celles auxquelles l'arrêt accidentel du moteur a été fatal, je n'ai pas perdu, à partir de la résorption du vitellus, c'est-à-dire au cours de la période critique, plus d'un individu sur dix.

En résumé, il semble qu'en ce qui concerne la piscifacture du Turbot, les points actuellement acquis soient les suivants :

1° Les conditions de la ponte naturelle en captivité, tentée sans succès dans d'autres laboratoires maritimes et réalisée seulement jusqu'à ce jour à Saint-Vaast-la-Hougue, la première fois par M. Malard (1898), puis par M. Dantan (1904) et par moi-même (1907), semblent maintenant définitivement établies.

2° La question du mode d'alimentation normale et de l'accroissement des jeunes larves, après la résorption du vitellus, paraît être également tranchée d'une façon définitive.

Étant donnée la grande facilité avec laquelle on peut, ainsi que je m'en suis rendu compte par moi-même, alimenter et faire croître jusqu'à ce qu'ils atteignent la taille marchande les jeunes Turbots immatures, on peut estimer que le problème de la pisciculture du Turbot se borne actuellement

à protéger le jeune animal depuis la fin de la période critique, maintenant franchie, jusqu'à l'achèvement de la métamorphose.

HYDROLOGIE. — *Sur les eaux souterraines, abîmes et cañons du pays basque.* Note de M. **E.-A. Martel.**

Au sud de Mauléon (Basses-Pyrénées), dans les montagnes du pays basque, entre les pics d'Anie (2504^m) et d'Orhy (2017^m), MM. Veïsse, Bourgeade et Dufau ont récemment exploré et fait connaître (1903-1906) les cañons calcaires de *Cacouette*, *Holçarte* et *Olhado*, admirables cluses ou klamme, profondes de 300^m en moyenne, étroites par places de 5^m, plus belles peut-être (plus curieuses en tous cas par leurs détails) que celles du Fier, de la Diosaz, du Trient, etc. (¹).

Du 20 au 24 juillet 1907 j'ai pu y faire, avec eux et avec M. L. Rudaux, les nouvelles observations suivantes :

Températures des eaux de Cacouette. — La puissante cascade de 20^m à 25^m de haut qui tombe (rive droite) d'un grand orifice de grotte (quant à présent inaccessible et inexplorée) est à 9° C., vers 500^m d'altitude; à 150^m en amont et sur la rive gauche, un autre ruisseau souterrain sort d'une grotte pénétrable (en bateau; 2 petits lacs) sur 70^m de longueur avec 10° C. à 520^m d'altitude; en dessous de cette sortie et *latéralement* une grotte inférieure renferme des bassins d'eau d'infiltration à 11°,7 (*en été*).

Ces trois chiffres différents confirment la loi que j'ai établie dès 1894 (*Comptes rendus*, 12 mars) et que l'on conteste encore parfois, de l'inégalité absolue des températures dans les eaux souterraines du calcaire. Ces inégalités à Cacouette s'expliquent aisément par des particularités hydrologiques et topographiques, trop longues à rapporter ici, et d'ailleurs aussi simples que fréquentes (²).

La grotte latérale inférieure est absolument contiguë au lit du ruisseau

(¹) Il y a 20 ou 25 ans, à propos d'un projet de chemin de fer, le Service des Ponts et Chaussées avait le premier pénétré dans Cacouette, pratiqué dans ses parois au bord du courant un étroit sentier en encorbellement, et lancé sur le torrent des passerelles vite emportées : le projet ayant été abandonné, c'est en 1903 seulement que MM. V., B. et D., forcèrent à nouveau Cacouette et firent établir (par M. Bouchet, de Licq), les petits ponts qui permettent de nouveau la visite.

(²) A Ferrières-sur-Sichon (Allier), au gour des Fées, la *résurgence* de la grotte des Fées (altitude 500^m), est à 11°,5 C.; à 200^m aval, une autre *source* est à 9° C. (24 août 1907).

(sortant de la grotte principale immédiatement voisine) : c'est seulement en temps de crue que les eaux du ruisseau peuvent y descendre par un trou du plafond et par voie de débordement; à l'étiage, aucune goutte n'y arrive de l'amont, faute de fissures rocheuses locales et malgré une dénivellation de 10^m, puisqu'il y a $1^\circ,7$ de différence entre les deux eaux totalement indépendantes. Cela prouve l'existence formelle des cloisons étanches, des massifs compacts imperméables, l'absence fréquente des anastomoses dans les calcaires. En constatant ainsi, à quelques mètres de distance à peine, deux étages de cavités aquifères, thermométriquement distinctes, nous acquérons une nouvelle preuve *irréfutable* de cette autre loi de l'*inexistence des nappes d'eau* continues dans les calcaires, principe que je ne cesse de démontrer depuis 18 ans, et que tant d'ingénieurs et de géologues s'obstinent encore à combattre, au *grand préjudice pratique et hygiénique des adductions d'eau*.

Abîmes de Heyle. — En arrière du sommet des falaises (rive droite) de Cacouette, nous avons reconnu (d'après les renseignements transmis par M. E. Fournier), deux gouffres dans la forêt de Heyle; ils s'ouvrent 300^m plus haut que le fond du cañon et à quelques centaines de mètres seulement en distance horizontale.

Le premier (Ourdantheguiette ou trou de la Loge-du-Cochon, à 750^m d'altitude) paraît bouché par des troncs d'arbres vers 20^m à 30^m de profondeur, son orifice mesure 5^m sur 2^m. Le second (trou d'Audiette, à 800^m d'altitude) est immense : 60^m sur 30^m environ de diamètre à l'ouverture, qui se compose de cinq vastes bouches, entre lesquelles plusieurs ponts naturels de roche, demeurée en place, controuvent une autre théorie surannée aussi, mais toujours tenace, celle de la formation des gouffres de *bas en haut* par voie d'effondrement (elle n'est vraie que dans un cas sur dix environ; voir *Comptes rendus*, 14 octobre 1899); ici la démonstration est *matérielle* que l'abîme de Heyle, véritable écumoire, a été formé par les infiltrations érosives, de *haut en bas*, de puissantes absorptions, réduites aujourd'hui à quelques filets d'eau. Les cinq orifices convergent dans l'entonnoir d'un premier puits de 35^m de profondeur, au bas duquel une sorte de ruelle (comme au gros aven de Canjuers, voir *Comptes rendus*, 11 décembre 1905) mène à la bouche d'un second puits de quelques mètres seulement de diamètre; il est vertical, d'après mon sondage, sur 115^m à pic et je n'ai pu y descendre faute de matériel et de personnel suffisants. Donc à 150^m de profondeur (au moins) la sonde s'est arrêtée environ 125^m à 130^m plus haut que la sortie de la grande cascade, résurgente de la rive droite de Cacouette (voir ci-dessus); la communication est évidente, car le gouffre est juste au droit de la cascade, à peine à 300^m ou 400^m de distance à vol d'oiseau et à la même température de 9° C. L'exploration complète (coûteuse et dangereuse) ne saurait manquer d'être des plus intéressantes.

Dès maintenant, nous trouvons là le plus remarquable et synthétique exemple des trois termes normaux de la genèse et de la circulation des eaux

souterraines des calcaires : absorptions supérieures par les fissures agrandies en abîmes, écoulement et emmagasinement dans les rivières intérieures et les cavernes, réapparitions inférieures dans les vallées par les résurgences à débit variable, lié à celui des précipitations atmosphériques régionales; de plus, nous constatons la très grande réduction des infiltrations actuelles par rapport aux eaux perforantes d'autrefois.

Aux environs abondent encore d'autres gouffres que MM. Bourgeade et Veisse ont vus du côté d'Erayce, du port d'Arlas, d'Utcipia, etc.; tout cela mérite (comme tout le surplus des Pyrénées souterraines encore inconnues) la plus sérieuse étude.

Cañons d'Holçarte. — Quant au cañon d'Holçarte et à son affluent rive droite, celui d'Olhado, leurs lits offrent, comme le grand cañon du Verdon, les plus admirables exemples de marmites de géants, blocs de transport, stries et polissages d'érosion pure; et ils donnent aussi singulièrement à réfléchir sur l'origine *soi-disant glaciaire* de ces sortes d'accidents physiques, trop souvent invoqués, selon moi, comme témoignages d'anciennes glaciations, alors qu'ils sont simplement l'œuvre des eaux torrentielles. Holçarte et Olhado ne peuvent être visités que *dans le courant* même de l'eau, à l'étiage et avec des échelles pour escalader de gros rochers.

M. G.-D. **Hinrichs** adresse un *Aperçu d'une méthode nouvelle de détermination des poids atomiques de précision.*

(Renvoi à la Section de Chimie.)

La séance est levée à 3 heures et demie.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 AOUT 1907.

Annales de l'Observatoire de Bordeaux, t. XIII. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Maurice Lœwy.)

Exposé des acquisitions nouvelles dans le domaine de la Pharmacothérapie et de la Pharmacie. 20e année, 1906. E. Merck, Darmstadt, 1907; 1 vol. in-8°.

Annales de l'Institut météorologique de Roumanie pour l'année 1902, t. XVIII. Bucarest, F. Göbl fils, et Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-4°.

Anales del Instituto y Observatorio de marina de San Fernando, Seccion 2a, año 1906. San Fernando, tipográfica del Observatorio; 1 vol. in-4°.

Commissão geografica e geologica do Estado de São Paulo : Exploração do Rio Paraná; 1906. São Paulo, Rothschild et Cie, 1907; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 AOUT 1907.

Mémorial de l'Artillerie navale. 3e série, t. I. Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 vol. in-8°.

Annales d'Hygiène et de Médecine coloniales. Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 fasc. in-8°.

Catalogue photographique du Ciel (*Observatoire de Bordeaux*), t. II, 1er fasc. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-4°.

Archives des Sciences biologiques publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg, t. XII, nos 4 et 5. Saint-Pétersbourg, 1907; 1 vol. in-4°.

The clays of Wisconsin and their uses. Madison, Wis., 1906; 1 vol. in-8°.

Geology of the Marysville mining district, Montana. Washington, 1907; 1 vol. in-4°.

Department of the interior. United States geological Survey. Water-supply and irrigation. Paper nos 190-194, 196, 200. Series A : *Economic Geology*, Bulletins nos 287, 294, 296, 300, 308, 312, 314, 315. Washington, Government printing Office, 1906; 15 fasc. in-8°.

Časopis Moravského musea zemského. V. Brné, 1907; 1 vol. in-8°.

Ljetopis Jugoslavenske akademije. Svezak 21. U. Zagrebu, 1907; 1 vol. in-8°.

Zbornik za narodni zivot i obicaje juznih slavena. Kniga XII, Svezak 1. U Zagrebu, 1907; 1 vol. in-8°.

Rad Jugoslavenske akademije, znanosti i umjetnosti. Kniga 168 et 169. U Zagrebu, 1907; 2 vol. in-8°.

Rjecnik hrvatskoga ili srpskoga jezika. Svezak 26. U Zagrebu, 1907; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 SEPTEMBRE 1907.

Rapport du Conseil départemental d'hygiène publique et de salubrité et des Commissions sanitaires de l'Eure, année 1906. Évreux, 1907; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1906-1907, 6e série, t. IV. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1907; 1 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Tome XXVII, vol. III, 1907. Paris, E. Bernard; 1 vol. in-8°.

Société botanique de France. Mémoire 10, par M. P. FLICHE. Coulommiers, Brodard, 1907; 1 broch. in-8°.

Bulletin météorologique de l'Hérault, année 1906. Montpellier, Serre et Roumigous, 1907; 1 vol. in-4°.

Higiene de la leche y de la carne, for el Dr PEDRO BERGÈS. Buenos-Aires, 1907; 1 vol. in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique, t. XIX, 4e et 5e fasc. Bruxelles, Hayez, 1907; 1 vol. in-8°.

From rime to reason or the great San Francisco earthquake. Columbus, 1907; 1 broch. in-8°.

Sui vetri forati di Ottajano nella eruzione vesuviana dell'aprile 1906. Nota di F. BASSANI e A. GALDIERI. Napoli, 1907; 1 broch. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 1906-1907, 3e fasc. Louvain, J. Thirion, 1907; 1 vol. in-8°.

Verslag omtrent den staat van het algemeen-proefstation te Salatiga, over het jaar 1906. Salatiga, 1907; 1 vol. in-8°.

Prace matematyczno-fizyczne, t. XVIII. Warszawa, 1907; 1 vol. in-8°.

Annalen der Physik. Band XXIII, n° 9, 1907. Leipzig, 1907; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 SEPTEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. GAUDRY.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le fascicule I (Reptiles) des *Décades zoologiques* de la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. (Présenté par M. Yves Delage).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations sur l'action électrique du Soleil et de la Lune*. Note de M. Albert Nodon, transmise par M. Wolf.

J'avais été autorisé par le Recteur de l'Académie de Toulouse à effectuer des recherches d'Astrophysique à l'Observatoire du Pic du Midi pendant les journées du 20 et du 21 août 1907.

Ces recherches ont porté sur la mesure de la charge induite par le Soleil et de la charge produite par la Lune, ainsi que sur les relations qui pouvaient exister entre les variations du potentiel solaire et du potentiel du sol.

Les résultats qu'il m'a été permis d'obtenir à cette altitude de 2877^m confirment en tous points, en les complétant, ceux que j'avais antérieurement constatés à de moindres altitudes.

Ces résultats peuvent se résumer comme suit :

1° Le Soleil induit une charge électrique positive; 2° cette charge est d'autant plus élevée que les couches de l'atmosphère traversées par les radiations solaires sont plus sèches; la charge solaire est entièrement absorbée par le passage d'un nuage devant le disque solaire, ou par la

présence de couches d'air humides, à une basse ou à une haute altitude; 3° l'induction solaire se manifeste au travers d'un carton noir paraffiné interposé entre le Soleil et l'instrument, et elle cesse de se produire au travers d'une toile métallique reliée au sol; 4° la grandeur de la charge observée est, en général, très variable d'un instant à l'autre; dans les observations effectuées le 20 août 1907, de 7^h à 11^h du matin, l'action électrique du Soleil était en grande partie absorbée par des couches d'air humides, venues du Sud-Ouest et dont l'altitude, mesurée à l'aide des cirro-cumulus qui la parcouraient, était de 6000^m environ; la charge solaire constatée varia de 1 à 6 volts par minute; 5° la pleine Lune produit une induction électrique positive analogue à celle du Soleil. Cette action est soumise aux mêmes influences que celles du Soleil; les observations que j'ai faites au Pic le 21 août 1907, de 8^h à 10^h du soir, dans une atmosphère pure et sèche (hygromètre 20°), m'ont accusé un potentiel lunaire variable de 1 à 5 volts environ par minute; 6° le potentiel du sol subissait des variations rapides qui atteignaient plusieurs centaines de volts par minute; ces variations semblaient atteindre leur maximum lorsque l'action électrique du Soleil cessait de se manifester; au contraire, le potentiel terrestre était sensiblement constant lorsque la charge électrique du Soleil restait invariable; il semblerait possible de conclure de ces faits que la valeur du potentiel terrestre (au moins sur les hauts sommets, tels que le Pic du Midi), paraîtrait dépendre de l'état électrique variable des couches supérieures de l'atmosphère; 7° les variations du potentiel terrestre ont été trouvées par nous beaucoup plus intenses au sommet du Pic du Midi qu'à la surface du sol; elles ont atteint, le 21 août 1907, à 10^h du matin, une valeur maxima de 400 volts environ par minute; 8° des variations rapides de plusieurs centaines de volts par minute du potentiel terrestre dans la plaine semblent être l'indication de *troubles prochains dans l'atmosphère*, tels que des *tempêtes* et des *orages*, ainsi que j'ai pu le vérifier dans un grand nombre d'observations; des variations très prononcées accusent également des *tremblements de terre* plus ou moins éloignés; il m'a été permis de constater, lors d'une observation faite le 17 juin 1907, dans mon observatoire privé de Bordeaux, un tremblement de terre qui se produisait effectivement à Gibraltar à cette date.

Le 15 août 1907, je pus également pressentir à Bagnères un tremblement de terre qui se produisait dans le Languedoc.

Cette méthode perfectionnée pourra peut-être permettre de rendre quelques services dans la prévision des troubles sismiques et atmosphériques.

L'*appareil de mesure* que j'ai utilisé dans ces diverses recherches était un *électromètre* à feuille d'aluminium, transportable et d'un modèle nouveau, très sensible.

L'isolement parfait de la feuille d'aluminium était obtenu à l'aide de cinq isolants successifs, ce qui permettait de lui conserver une charge de 1500 volts pendant une semaine.

Un large tube métallique à inclinaison variable permettait de diriger l'action inductrice de la source électrique observée sur un disque en plomb solidaire de l'électromètre.

L'étalonnage de l'appareil s'effectuait à l'aide de la radioactivité de 1^{g} d'uranium pendant l'unité de temps et par sa comparaison ultérieure avec la charge communiquée à l'électromètre par une pile sèche à colonne à potentiel connu.

La cage de l'électromètre était reliée électriquement à une bonne prise de terre, telle qu'un câble de paratonnerre, ainsi que je le fis au Pic du Midi.

Les variations du potentiel terrestre étaient constatées avec plus de facilité en chargeant préalablement l'électromètre à un potentiel positif. Les oscillations de la feuille d'aluminium chargée à un potentiel constant étaient alors provoquées par des variations correspondantes du potentiel communiqué par le sol à la cage de Faraday qui entourait l'électromètre.

AÉRONAUTIQUE. — *D'un nouvel appareil d'aviation dénommé* gyroplane. Note de MM. **Louis Breguet**, **Jacques Breguet** et **Charles Richet**, transmise par M. Lippmann.

Nous avons construit, dans les ateliers de la maison Breguet, à Douai, sous la direction exclusive de l'un de nous, Louis Breguet, un appareil d'aviation, fondé sur ce principe que les plans sustentateurs, au lieu d'être immobiles, sont animés d'un mouvement de gyration, ce qui permet à l'appareil d'avoir à la fois élévation, sustentation, progression et équilibre. De là le nom de *gyroplane* que nous lui avons donné.

Lors de nos dernières expériences, l'appareil était muni d'un moteur à explosion de 40^{chx}, qui, en ordre de marche, avec tous ses accessoires, pesait 170^{kg}. Le poids total, y compris l'aéronaute (70^{kg}), était de 540^{kg}. La surface totale des 32 ailes, réparties en quatre systèmes gyratoires, était

de 26^{m^2}. La vitesse de rotation réalisée a été de 78 tours à la minute pour chacun de ces systèmes. Le cercle décrit par la périphérie avait un diamètre de $8^m,1$; ce qui correspondait à une vitesse linéaire de $26^m,4$ par seconde aux centres d'action.

Dans ces conditions l'appareil a pu se soulever franchement et se maintenir dans l'air pendant près de 1 minute, à environ $0^m,60$ du sol, sans que nous jugions prudent de le laisser monter plus haut. Car, dans ces premiers essais, notre gyroplane n'était pas encore pourvu de ses organes de direction et l'on devait le maintenir à ses extrémités pour limiter ses déplacements.

Notre intention était, non de faire un essai définitif de vol, mais de prouver qu'un appareil gyroplane, monté par un homme, peut, par ses propres moyens, s'élever du sol, et se maintenir ainsi sustenté sans vitesse de translation. Une fois ce résultat obtenu, l'aéronaute, M. Volumard, notre actif et intelligent collaborateur, a progressivement ralenti la vitesse du moteur et l'appareil a repris lentement et sans heurt contact avec le sol (24 août 1907).

Il reste donc acquis que nous avons pu, par la rotation des plans de notre gyroplane monté, lui permettre de maintenir dans l'air, pendant près de 1 minute, son poids de 540^{kg}.

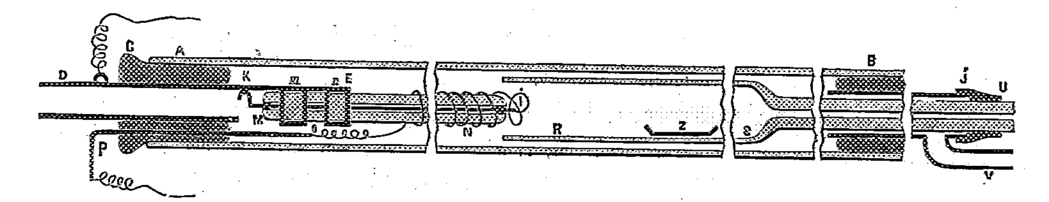
CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode pour le dosage rapide du carbone et de l'hydrogène dans les substances organiques.* Note de MM. **Pierre Breteau** et **Henri Leroux**. (Extrait.)

Nous avons étudié un dispositif faisant intervenir simultanément les organes auxquels les procédés de MM. Morse et Taylor (*Amer. chem. Journ.*, 1905, p. 591), Carrasco et Plancher (*Gazz. chem. ital.*, 1906, p. 492), Dennstedt (*Ber. ch. Ges.*, 1905, p. 3730) doivent séparément leur supériorité spéciale.

Sur un tube MN, de porcelaine ou de quartz fondu opaque, de $13^{cm},5$ de longueur et de 6^{mm} de diamètre extérieur, on enroule un fil de platine iridié de $0^{mm},3$ de diamètre et de 30^{cm} de longueur. La première spire est attachée en I à un gros fil de platine KI (scellé en N dans le tube de porcelaine) et la dernière en O à un autre fil de platine OP qui traverse un bouchon de caoutchouc C. Le tube de porcelaine, qui n'est traversé par aucun courant gazeux (1), est fixé à un tube de nickel DE de 4^{cm} de longueur

(1) Le support peut, dès lors, être aussi réalisé par trois fines baguettes de porce-

et de 6^{mm} de diamètre extérieur au moyen des agrafes *m*, *n* soudées sur le prolongement métallique. Un courant électrique DKIOP, empruntant environ 80 watts, porte au rouge sombre la spirale de platine. Le tube métallique traverse le bouchon C qui s'adapte au tube à combustion AB, en verre d'Iéna, de 35^{cm} de longueur et de 16^{mm} de diamètre intérieur.



La substance, placée dans une nacelle en porcelaine, est introduite dans le tube à combustion au moyen du tube d'introduction à double adduction d'oxygène de M. Dennstedt : à un tube en verre RS de 12^{cm} de longueur et de 14^{mm} de diamètre, on soude un tube semi-capillaire SU de 25^{cm} de longueur et de 6^{mm} de diamètre extérieur. Ce tube d'introduction, en verre le moins fusible, est disposé dans le tube à combustion de manière qu'une ou deux spires du fil de platine pénètrent dans sa partie large : on évite ainsi la combustion explosive. La partie capillaire SU traverse la branche horizontale d'un tube en T dont elle est rendue solidaire par un joint J en caoutchouc épais. Le tube en T porte le bouchon fermant l'extrémité B du tube à combustion. Un courant d'oxygène sec arrive *dans* le tube d'introduction par sa partie capillaire, et un autre courant du même gaz *autour* du même tube par la branche libre V du tube en T. La vitesse des courants gazeux est appréciée par deux petits barboteurs placés, en amont, sur leur trajet.

Après avoir adapté au tube DE les appareils d'absorption (qui doivent être très puissants), on dispose en Z, dans le tube d'introduction retiré sans interrompre les courants gazeux, la nacelle, contenant 15^{cg} environ de substance. Le tube étant remis en place, le courant d'oxygène intérieur est réglé de manière à refouler doucement les vapeurs organiques sans qu'elles puissent refluer vers le tube semi-capillaire; le courant extérieur périphérique est suffisamment rapide pour qu'on ne puisse compter les bulles dans le barboteur correspondant; ce courant amène incessamment un excès d'oxygène.

La spirale de platine étant rouge sombre, la substance est chauffée par intervalles, très lentement. La lente progressivité du chauffage, la faible vitesse du courant gazeux intérieur se règlent sur la marche de la combus-

---

laine ou de quartz réunissant les sommets de deux petits triangles équilatéraux, en platine, quartz ou porcelaine, disposés parallèlement à 13^{cm},5 de distance.

tion et la nature de la substance à brûler. Le criterium de la bonne marche de l'opération réside dans l'incandescence vive des premières spires de platine et dans la production, vers le même point, d'une petite flamme non explosive. La décomposition de la substance achevée, on brûle, complètement et très rapidement, le charbon résiduel en le chauffant fortement et en augmentant la vitesse du courant d'oxygène intérieur. On termine comme dans les méthodes ordinaires.

Pour les substances azotées, halogénées, sulfurées, on intercale, entre le tube à combustion et les appareils d'absorption, un tube en U, garni de bioxyde de plomb purifié selon les indications de M. Dennstedt et chauffé à 170°, au moyen d'une petite étuve à air chaud.

La durée d'une combustion varie de 15 à 40 minutes, suivant la nature de la substance organique.

MÉDECINE. — *Conservation de la pression artérielle de l'homme après l'application des courants de haute fréquence sous forme d'autoconduction.* Note de MM. J. Bergonié, André Broca et G. Ferrié, transmise par M. d'Arsonval.

Certains observateurs ont publié que l'autoconduction par les courants de haute fréquence produit un abaissement de la pression artérielle chez les hypertendus. Leur appareil comprend un solénoïde d'une dizaine de spires et de 90^{cm} de diamètre, parcouru par un courant de deux ampères efficaces environ et de 400000 à 500000 périodes par seconde.

Tous les observateurs n'étant pas d'accord sur ce sujet, nous avons cru utile de reprendre la question en employant un appareil infiniment plus puissant, construit pour l'usage de la télégraphie sans fil. Il comprend une capacité pouvant aller jusqu'à 0,4 microfarad et un transformateur pour courant alternatif à 42 périodes pouvant utiliser, sur cette capacité, 10 kilowatts, soit 13,5 chevaux-vapeur. Avec une telle capacité, le circuit obtenu, en lui accouplant directement le solénoïde, possède une période propre de $\frac{1}{30000}$ de seconde seulement, d'après le calcul. Nous avons pu vérifier ce chiffre par l'expérience directe.

Pour réaliser les fréquences habituelles avec une énergie plus grande, nous avons alors excité par résonance un circuit comprenant le solénoïde d'autoconduction, au moyen d'un premier circuit à self-induction très petite, et nous avons alors réalisé dans le solénoïde des fréquences com-

prises entre 400000 et 410000, avec des intensités efficaces variant, suivant les expériences, entre 15 et 20 ampères, soit 7 à 10 fois plus que ce que l'on a utilisé jusqu'ici.

Les conditions de meilleur emploi de nos appareils pour cette fréquence ont été les suivantes. Le premier circuit comprenait une capacité de 0,23 microfarad, se déchargeant à travers un éclateur de grandes dimensions, au moyen d'un conducteur formé d'un gros tube de cuivre de 1^m environ de longueur. La self-induction très faible ainsi réalisée donne à ce circuit une période d'environ $\frac{1}{400000}$ de seconde, malgré la grande capacité qui nous permet d'employer utilement 5 kilowatts, soit près d 7 chevaux.

En dérivation aux extrémités de cette self-induction est branché le circuit d'utilisation comprenant le solénoïde d'autoconduction et la capacité convenable pour amener ce deuxième circuit en résonance parfaite avec le premier.

Dans deux circuits ainsi accouplés, le calcul et l'expérience montrent qu'il y a deux ondes superposées, de périodes d'autant plus voisines que l'accouplement électrique est plus faible. Au moyen de l'ondamètre de l'un de nous, nous avons constaté que les périodes de nos deux ondes ne différaient que de 5 pour 100 et que l'énergie était presque entièrement concentrée dans la plus courte.

A ces mesures nous en avons joint d'autres : 1° l'intensité efficace dans le solénoïde, obtenue au moyen d'un ampèremètre thermique que nous décrirons ultérieurement ; cette intensité, comme nous l'avons dit, a varié entre 15 et 20 ampères ; 2° la différence de potentiel maxima aux bornes du solénoïde d'autoconduction ; elle était de 15^{cm}, ce qui correspond à 100000 ou 110000 volts; 3° l'amortissement de nos trains d'onde : la méthode employée a été celle de Bjerkness, les mesures portant sur le premier circuit découplé, car la théorie montre que les deux ondes d'accouplement, dans les conditions où nous avons opéré, ont des amortissements très voisins de celui-là (¹) ; nous avons trouvé que deux maxima consécutifs distants d'une période complète diffèrent de 6 millièmes seulement ; 4° le nombre de trains d'ondes par seconde, qui a varié de 10 à 15.

Des deux dernières données nous pouvons conclure que l'intensité maxima de chaque train d'onde est d'environ 500 ampères.

Voici d'autre part suivant quelle technique les applications étaient faites. Les sujets dont la pression artérielle était mesurée quotidiennement depuis 8 jours au moyen de divers appareils, mais surtout des appareils de Potain, de Riva-Rocci et de Vaquez que nous avions bien en main, étaient traités tous les jours à la même heure pendant 10 minutes. On mesurait la pression avant et après l'application des courants.

Des précautions étaient prises pour écarter toute erreur ou suggestion de

(¹) La mesure ne pouvait se faire sur le solénoïde lui-même, la présence des deux ondes d'accouplement rendant illégitime l'application de la méthode de Bjerkness.

la part des observateurs ; par exemple, avec l'instrument de Potain, les lectures étaient faites par un autre observateur que celui qui tâtait le pouls et noté tacitement en dehors de lui.

Sur 10 sujets ainsi observés, dont 5 étaient des artérioscléreux hypertendus, deux des hypertendus sans symptômes d'artériosclérose, un à pression normale, deux des hypotendus, voici les résultats obtenus :

Sur 45 applications, 6 ont montré une contradiction entre les indications du sphygmomanomètre de Potain et celles du sphygmomanomètre de Riva-Rocci. Nous les rejetons ; restent 39 mesures concordantes, parmi lesquelles nous trouvons :

3 indécises (variations dans la limite des erreurs d'expérience) ;

4 donnant un abaissement de la pression ;

10 donnant une élévation de la pression ;

21 ne donnant aucune variation de la pression.

La conclusion de ces recherches nous paraît être la suivante : dans les conditions définies plus haut, dans lesquelles nous nous sommes placés, il n'y a aucune action des courants de haute fréquence sur la pression artérielle.

De nouvelles recherches expérimentales sur d'autres phénomènes biologiques, au moyen de ces mêmes ondes et d'autres ondes plus lentes, sont en cours avec le même appareil.

Remarques à propos de la Communication précédente ;
par M. d'Arsonval.

La Note que je viens de transmettre à l'Académie est d'un grand intérêt en ce sens que les auteurs ont expérimenté avec un matériel puissant et toute la rigueur actuellement possible ainsi que le comportent leurs compétences variées.

« Nous savons très bien, m'écrivent-ils, que rien de ce que nous avons obtenu n'est peut-être définitif. » Cette réserve, tout à l'honneur de leur esprit scientifique, je la fais également de mon côté.

Quand je découvris, il y a une quinzaine d'années, les effets physiologiques des courants de haute fréquence, j'écrivais : « En faisant connaître ces faits aux médecins, en les dotant du matériel qui permet de les obtenir, mon rôle de physiologiste est terminé. C'est à eux maintenant d'en tirer parti en thérapeutique. »

Malgré de flatteuses sollicitations je n'ai jamais voulu intervenir dans le débat clinique des faits observés par les praticiens, me retranchant derrière mon incompétence en pareille matière.

De même que j'ai communiqué antérieurement à l'Académie les résultats positifs observés par le Dr Moutier, je lui communique aujourd'hui les résultats négatifs d'autres observateurs, laissant à chacun l'honneur et la responsabilité de ses conclusions.

Je n'ai aucune raison de mettre en doute la réalité des phénomènes observés de part et d'autre.

Des abaissements de pression considérables et de longue durée m'ont été signalés, d'autre part, par plusieurs cliniciens éminents, très sceptiques au début.

Les deux ordres d'effet semblent donc exister réellement. Il y a intérêt surtout, non à nier, mais à expliquer la contradiction.

Pareille chose est arrivée jadis pour la sensibilité récurrente : Magendie affirmait son existence, Longet la niait. Claude Bernard montra que tous deux avaient raison quand il eut établi le déterminisme du phénomène.

Il serait désirable, à mon avis, que les présentateurs reprissent les expériences ci-dessus avec le matériel tout d'abord et fassent l'expérience comparative.

Ils disent : « Nous n'avons obtenu aucun effet, et pourtant nous avons employé des courants dix fois plus puissants que nos devanciers. »

Ce raisonnement ne me semble pas à l'abri de toute objection.

Une excitation électrique répétée cinq mille fois par seconde, par exemple, donne un maximum d'effet physiologique.

En la répétant cinquante mille fois, l'effet ne croît pas; il disparaît, au contraire. C'est le cas bien connu de la haute fréquence.

En 1899, j'avais établi un dispositif de haute fréquence pouvant absorber jusqu'à 4 kilowatts. Il servit en 1900 pour produire, au sommet du Palais de l'Électricité, l'étincelle de $1^{m},50$ de longueur.

Ce dispositif que j'ai décrit en son temps à l'Académie était analogue à celui actuellement employé en télégraphie sans fil.

Je l'utilisai, avec Charrin, pour répéter quelques-unes de nos expériences antérieures. Les résultats obtenus ne présentèrent rien d'intéressant, contrairement à notre attente.

Il est également désirable que les expérimentateurs trouvent, pour mesurer la pression artérielle, *chez l'homme,* des appareils plus précis que ceux actuellement en usage chez les cliniciens.

Il faut surtout que les indications de ces appareils soient indépendantes de l'habileté ou de l'état d'âme des opérateurs.

Point n'est besoin de rappeler à quelles causes d'illusions exposent les méthodes de mesure *subjectives*.

C'est en accumulant les expériences comparatives, en faisant varier systématiquement leurs conditions, en perfectionnant les méthodes de mesure qu'on pourra trancher le différend qui divise actuellement les observateurs. Comme le disait Claude Bernard, il n'y pas de faits contradictoires, en science expérimentale, il n'y a que des faits dont le déterminisme est insuffisamment établi.

PHYSIOLOGIE. — *Les agents de la coagulation du lait contenus dans le suc du Mûrier de Chine* (Broussonetia papyrifera). Note de M. C. GERBER, transmise par M. A. Giard.

En diluant fortement le suc du Mûrier de Chine ($\frac{20}{1}$) par adjonction d'eau distillée, on obtient un liquide trouble d'où l'on sépare par filtration un précipité peu abondant qui, lavé, puis mis en suspension dans de l'eau distillée, est inactif sur le lait, tandis que le liquide filtré est actif.

On est tout naturellement incité à conclure de cette expérience que le précipité ne contient pas de labferment. D'autre part, la liqueur étant beaucoup moins active que ne l'exige son degré de dilution, on est porté à admettre, pour cette présure végétale, l'hypothèse donnée par Duclaux pour la présure animale : destruction du labferment par l'eau distillée (probablement par l'oxygène dissous). C'est ce qu'a fait M. Javillier pour sa présure de l'Ivraie, aucun fait expérimental ne lui permettant, ajoute-t-il, de substituer une hypothèse à une hypothèse.

Pour essayer d'élucider la question, nous avons procédé à une série d'expériences, au Laboratoire de Physiologie de la Station biologique de Wimereux.

Faisons agir sur le lait les deux éléments de la dilution, non plus séparément, mais ensemble. L'activité du mélange a notablement augmenté.

Dans une expérience croisée traitons, à 53°, 5$^{cm^3}$ de lait cru, par $\frac{1}{10}$ de centimètre cube de ces deux substances, d'une part simultanément, d'autre part successivement, à 15 minutes d'intervalle, en renversant leur ordre d'intervention. Le précipité agit plus activement que la liqueur; mais il a cependant besoin de cette dernière pour mener la coagulation à son *terme final*.

Ordre d'adjonction des substances au lait.	Temps nécessaire à la coagulation depuis l'adjonction du précipité.	de la liqueur.
	m s	m s
Précipité et liqueur ensemble.......	20.20	20.20
Précipité; 15 minutes après, liqueur.	21.30	6.30
Liqueur; 15 minutes après précipité.	17.05	32.05
Liqueur seule....................	»	85
Précipité seul....................	rien après 360m	»

Il existe donc : du labferment dans le précipité et une substance activante dans la liqueur.

Cette substance activante a-t-elle, elle-même, la propriété de coaguler le lait, ou la liqueur contient-elle, en outre, des traces de labferment qui lui donnent sa faible propriété coagulante. L'étude de l'action de NaCl sur le suc de *Broussonetia*, va nous donner un argument en faveur de cette dernière hypothèse.

NaCl, ajouté à saturation, permet de séparer de ce suc un précipité plus abondant que le précédent et coagulant directement le lait; la liqueur filtrée et étendue, comme le précipité, de 20 fois son volume d'eau, au contraire, est inactive.

Mais, si nous comparons l'activité du précipité à celle du liquide trouble non filtré, nous voyons qu'elle est beaucoup plus faible; l'addition du liquide inactif augmente la vitesse de coagulation du lait.

NaCl a donc précipité non seulement le labferment du précipité déterminé par l'eau distillée, mais encore celui qui constituait l'impureté de la liqueur; en revanche, il possède, comme impureté, une faible partie de la substance activante, laquelle se trouve presque tout entière dans le filtrat. On peut pousser plus loin l'analyse de la liqueur activante, en précipitant celle-ci successivement : par le sulfate de magnésie à saturation (3e précipité), par l'acide acétique à 1 pour 100 (4e précipité), par l'acide acétique à 8 pour 100 (5e précipité).

Si l'on fait précéder ces précipitations de celles par l'eau distillée (1er précipité) et par le chlorure de sodium (2e précipité), on obtient donc cinq précipités. Ceux-ci, lavés, dilués à $\frac{1}{4}$ du suc de *Broussonetia* primitif par addition d'eau distillée qui dissout les précipités 4 et 5, neutralisés par la potasse pour éliminer l'action des traces d'acide acétique libre entraînés par ces derniers, sont, pris isolément, soit faiblement actifs (2e), soit inactifs (1er, 3e, 4e, 5e).

Combinés deux à deux, plus particulièrement 1 et 2 avec 3, 4 et 5, ils coagulent rapidement le lait, mais la plus belle et la plus rapide coagulation est celle que l'on obtient en les faisant agir tous ensemble, à doses égales.

C'est ainsi que, pour $\frac{1}{10}$ de centimètre cube de chacun d'eux, l'ensemble a déterminé la prise en masse de 5^{cm^3} de lait cru à 53°, en 12 minutes.

Répétons avec le premier précipité combiné à chacun des quatre autres l'expérience croisée du début de cette Note en opérant dans les mêmes conditions, avec une dose ($\frac{1}{10}$ de centimètre cube) des précipités incapable de déterminer la coagulation du lait après 360 minutes, et en ajoutant au deuxième précipité les traces de sulfate de magnésie qui se trouvent dans les trois dernières dilutions. Nous obtenons le Tableau suivant :

		Ordre d'adjonction des précipités au lait.		
			1er : 15 minutes	
		Ensemble.	avant les autres.	après les autres.
		m s	m s	m s
Temps nécessaire à la coagulation du lait, compté à partir du moment où l'on ajoute le précipité n°	1....	17.25	19.45	14.40
	5....	17.25	4.45	29.40
	1....	20.20	24.25	18.45
	4....	20.20	9.25	33.45
	1....	22.35	23.30	19.55
	3....	22.35	8.30	34.55
	1....	29.50	33.55	24.45
	2....	29.50	18.55	39.45

On voit que la substance activante, nulle dans le premier précipité, est faible dans le deuxième, moyenne dans les troisième et quatrième, forte dans le cinquième.

Ajoutons que cette substance est notablement affaiblie par une température de 100° maintenue pendant une demi-heure.

En résumé, il existe dans le suc du Mûrier de Chine une substance activante sans laquelle la diastase coagulante est incapable de déterminer la prise en masse du lait.

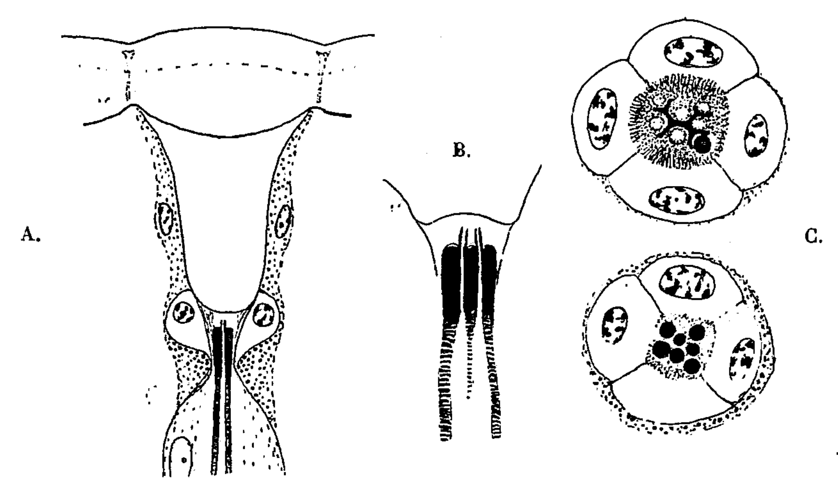
L'action de ces deux substances rappelle celle de l'alexine et de la sensibilisatrice dans les sérums hémolytiques et bactéricides ou bien celle de la trypsine et la kinase dans les sucs intestinaux.

HISTOLOGIE. — *Sur les terminaisons photoréceptrices dans les yeux composés des Muscides.* Note de M. **Pierre Vigier**, présentée par M. Joannes Chatin.

Les ommatidies, dont sont constitués les yeux composés, présentent, chez les Diptères brachycères, une structure qui caractérise le type *pseudocône*

de Grenacher (1879) et qui a été étudiée notamment par Ciaccio (1876, 1889), Carrière (1885), Hickson (1885). Les descriptions de ces auteurs sont insuffisantes ou inexactes sur plusieurs points, en particulier sur la structure des éléments photorécepteurs qu'on désigne sous le nom de *rhabdomères*.

On sait qu'une ommatidie *pseudocône* [nous prendrons pour type l'ommatidie de la Mouche bleue de la viande (*Calliphora vomitoria* L.)] comprend, sous la cornéule, une cavité en forme de clochette renversée à contenu transparent, liquide ou semi-liquide, qui remplace le cône cristallin des ommatidies du type *eucône*. Les quatre cellules cristallines, auxquelles on attribue la sécrétion de la substance fluide de ce *pseudocône*, sont situées profondément vers le fond de la clochette, entre le pseudocône et la rétinule; les noyaux de ces cellules cristallines sont les homologues des quatre noyaux (noyaux de Semper) qui, dans les autres types d'yeux composés, sont situés au contact de la facette cornéulaire. Deux cellules pigmentaires principales circonscrivent sur toute sa hauteur la paroi latérale du pseudocône et contournent les quatre cellules cristallines, pour former finalement un iris entre celles-ci et la rétinule (*fig.* A).



Extrémité distale d'une ommatidie de Mouche.

A, Coupe longitudinale. — B, Extrémité des rhabdomères à un plus fort grossissement, montrant les baguettes et les épines terminales dans l'entonnoir. — C, Coupes transversales de la même région : entre les quatre cellules cristallines, l'une des coupes montre le faisceau des sept baguettes terminales colorées en noir; sur l'autre, passant au niveau des épines de la figure B, on voit que celles-ci correspondent à la section de bandelettes interposées entre les extrémités des rhabdomères.

La rétinule est constituée par sept cellules (et non six comme le prétend Hickson), dont chacune différencie parallèlement à l'axe de l'ommatidie une longue tigelle réfringente, le *rhabdomère*. Bien que ces sept cellules rétinulaires, disposées en colonne,

soient adjacentes et que même l'une d'elles introduise dans la cavité axiale une mince bandelette cytoplasmique qui supporte un rhabdomère central, les sept rhabdomères restent distincts sur tout leur parcours et ne se fusionnent pas en un *rhabdome* unique.

A ces caractères (pseudocône, indépendance des rhabdomères) que l'on considère comme à peu près particuliers à l'œil composé des Diptères brachycères, on en ajoute un autre tiré de la structure des rhabdomères. R. Hesse a en effet cherché à ramener à un type fondamental les terminaisons réceptrices des impressions lumineuses ; ces terminaisons consisteraient essentiellement en une sorte de bordure en brosse désignée par Hesse sous le nom de *Stiftchensaum,* bordure d'aspect strié dont chaque pointe représenterait l'extrémité épaissie d'une neurofibrille traversant le cytoplasme de la cellule visuelle.

Or, les Diptères semblent échapper à la règle, leurs rhabdomères étant homogènes et ne présentant pas la fine striation transversale qu'il est généralement facile de reconnaître chez les autres Arthropodes.

Cette différence n'est qu'apparente; car on peut mettre en évidence une structure hétérogène rappelant tout à fait la bordure striée des autres Insectes, en faisant macérer un œil de Mouche dans un réactif légèrement altérant, par exemple dans de l'eau formolée très étendue, additionnée d'eau oxygénée.

Les rhabdomères apparaissent alors, après coloration, comme des tigelles finement striées transversalement, formées d'une série de bâtonnets ou plutôt de plaquettes empilées les unes sur les autres (*fig.* B). D'ailleurs, sur des pièces traitées par les fixateurs usuels et colorées à l'hématoxyline ferrique convenablement différenciée, on peut retrouver avec un bon objectif à immersion la trace de cette structure. La bordure striée est, en outre, évidente chez d'autres Diptères brachycères tels que *Leptis scolopacea* L., *Eristalis tenax* L., ainsi que dans les sept rhabdomères également indépendants d'un Diptère nématocère, *Bibio Marci* L., dont les yeux appartiennent aussi au type pseudocône.

Mais il est une autre disposition des rhabdomères qui paraît spéciale à certains Diptères brachycères, parmi lesquels les Muscides. A l'extrémité distale de la rétinule, les rhabdomères s'épaississent légèrement, se juxtaposent en un faisceau plus serré que dans les régions moyenne et proximale de la rétinule, traversent l'iris pigmentaire et se terminent *entre* les quatre cellules cristallines (et non dans l'intérieur de celles-ci) par une formation de structure et d'affinités spéciales, propre à chaque rhabdomère.

Cette formation a été observée pour la première fois par Ciaccio (1876), qui la décrivit, un peu inexactement, comme une petite pelote (*una pellottoletta*) se colorant, comme la fibre qui la porte, en rouge vif par le carmin. — C'est une courte baguette cylindrique un peu plus épaisse que le rhabdomère qu'elle prolonge. Elle peut atteindre 5µ de longueur sur 1µ,5 de largeur chez *Calliphora vomitoria;* ses dimensions sont un peu moindres chez *Musca domestica.* Fortement réfringente, elle se colore d'une façon intense par l'hématoxyline ferrique et reste colorée alors que, par une différenciation suffisante à l'alun de fer, le rhabdomère proprement dit se décolore. Par la macération, elle ne se laisse pas résoudre, comme celui-ci, en une bordure striée, mais elle apparaît un peu renflée à son extrémité.

Sur les coupes longitudinales (*fig.* B), on voit se détacher, du côté axial de cette baguette réfringente, une fine épine qui la prolonge jusqu'au voisinage du pseudocône.

Pour interpréter la véritable nature de cette épine, il est nécessaire d'étudier des coupes transversales sériées (*fig.* C) : on reconnaît alors qu'il ne s'agit nullement d'un prolongement épineux propre à chaque baguette de rhabdomère, mais que cet aspect est dû à la section d'une bandelette de substance réfringente, comparable par ses réactions aux bandelettes obturantes (*Kittleiste*) qui unissent, près de leur surface libre, les cellules épithéliales. Les bandelettes, qui séparent les unes des autres les extrémités des rhabdomères, dessinent, sur les coupes transversales passant immédiatement au-dessus du sommet des baguettes réfringentes, sept dents limitant en réalité autant de gouttières longitudinales adossées suivant l'axe, qu'il y a de rhabdomères.

Ces bandelettes, excavées en gouttières se prolongeant au-dessus du niveau où s'arrêtent les baguettes terminales des rhabdomères, cloisonnent en somme, dans la région voisine de l'axe, la substance dans laquelle les baguettes sont plongées. Cette substance est finement fibrillaire; elle occupe entre les quatre cellules cristallines, parfaitement transparentes chez les Mouches considérées, un petit espace en forme d'*entonnoir,* qui s'applique sur le fond de la clochette (pseudocône) (*fig.* A).

Les rhabdomères, que l'on s'accorde à considérer comme les terminaisons réceptrices des impressions lumineuses, présentent donc ici deux portions placées dans le prolongement l'une de l'autre : 1° une courte baguette terminale, fortement réfringente et homogène, située dans l'entonnoir compris entre le pseudocône et l'iris pigmentaire ; les sept baguettes d'un même faisceau sont solidement maintenues en des rapports réciproques fixes, qui sont exactement les mêmes pour toutes les ommatidies d'une même région de l'œil; à leur extrémité les baguettes sont surmontées par une mince cloison qui délimite au voisinage de l'axe autant de petits territoires qu'il y a de rhabdomères; 2° une longue tigelle plus grêle, qui fait suite à la baguette dans la profondeur et dans laquelle on peut mettre en évidence une fine striation transversale, c'est-à-dire une structure hétérogène analogue à celle qui caractérise tous les éléments photorécepteurs, y compris les cônes et les bâtonnets des Vertébrés. Les sept rhabdomères de

l'ommatidie restent distincts; ils appartiennent à sept cellules rétinulaires dont chacune émet dans la profondeur une fibre conductrice.

Il était intéressant de préciser la structure et le mode de terminaison de cet appareil sensoriel, en raison des déductions physiologiques que nous en tirerons sur le fonctionnement des yeux composés.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 septembre 1907.

Carte géologique de la presqu'île du Cap Vert, par M. Jean Chautard. Barrère, éditeur. (Hommage du gouverneur général de l'Afrique occidentale française.)

Discours du Dr Louis Razetti *au sujet de l'élection du professeur Ernest Hæckel.* J.-E. Sauvage, Caracas, Imprenta nacional, 1907; in-12.

La Plasmogénie, par le Dr Jules Félix. Paris, H. Morin, 1907; in-12.

Moteur à quatre forces physiques accouplées, par Nicolaï Stefan Botez. Bucarest, Carol Göbl, 1906; in-8.

Repères du littoral gascon, par le capitaine Saint-Jour. Arnaud, Bordeaux, 1907; in-8.

Les observatoires astronomiques et les astronomes, par P. Stroobant, J. Delvosal, H. Philippot, E. Delporte et E. Merlin. Bruxelles, Hayez, 1907; in-8.

Annual report of the director of the royal Alfred observatory for 1906; in-4°.

Second annual report of the meteorological Committee to the Lords Commissioners of his Majesty's treasury for the year ended 31th *march* 1907. London; in-8.

Mitteilungen der Hamburger Sternwarte. N° 9. Hambourg, 1907; in-8.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 SEPTEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La maladie du rouge des Sapins dans le haut Jura.* Note de M. E.-L. BOUVIER.

Au cours des vacances de l'année dernière, j'ai eu l'occasion de constater, dans le haut Jura, le développement d'une maladie qui s'attaquait au Sapin (*Abies pectinata*) en laissant indemnes les Épicéas (*Picea excelsa*). J'ai signalé ce mal naissant aux autorités forestières locales, à mon collègue de Cryptogamie, M. Mangin et, par les soins de notre confrère M. Prillieux, au laboratoire de Pathologie végétale. Profitant des matériaux recueillis dans la forêt de la Savine par M. Bailly, garde général à Saint-Laurent, M. Mangin a observé ([1]), sur les feuilles mortes et rougies, plusieurs Champignons de menue taille, entre autres une espèce nouvelle, le *Rhizosphæra Abietis*, dont les fructifications se trouvaient en grand nombre sur la face inférieure du limbe.

Les vacances de cette année m'ayant conduit aux mêmes lieux, j'ai eu la désagréable surprise de retrouver partout, singulièrement amplifiés, les symptômes du mal. C'est un vrai fléau qui menace les régions forestières du haut Jura; aussi convient-il de jeter un cri d'alarme et de mettre en évidence, dans la mesure du possible, les caractères du mal, l'extension qu'il présente et les mesures qu'il convient de prendre pour le rendre moins désastreux. Tel sera l'objet de la Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

([1]) L. MANGIN et P. HARIOT, *Sur la maladie du rouge chez l'*Abies pectinata (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 840).

Caractères de la maladie. — Comme je l'ai observé plus haut, la *maladie du rouge* est de tous points spécifique : elle s'attaque exclusivement aux Sapins et laisse intacts les Épicéas. L'immunité de cette dernière essence ne souffre pas d'exception ; elle est partout très apparente, mais se manifeste avec une évidence toute particulière dans la forêt de la Joux-Devant, où les Épicéas constituent à peu près les $\frac{4}{5}$ de la population résineuse forestière et où ils sont tous restés intacts, alors que les Sapins avoisinants sont tous ou presque tous attaqués.

Les arbres malades se reconnaissent à leurs rameaux qui se dessèchent d'abord dans la partie terminale, puis sur toute leur étendue, en conservant d'ailleurs, durant une longue période, leurs feuilles mortifiées et rougies. Ces parties atteintes sont très rares au début du mal, et souvent même se réduisent à quelques feuilles rougies ou à un bout de ramuscule mort; si bien qu'il faut un œil exercé et un examen minutieux pour reconnaître les premiers symptômes de l'infection. Mais bientôt le mal s'étend, il gagne d'autres rameaux situés sur l'arbre à des hauteurs diverses et, en fin de compte, le Sapin tout entier est envahi, mort ou mourant, sous son revêtement de feuilles qui le fait apparaître de loin comme une tache rouge sur le vert sombre de la forêt.

L'arbre atteint ou mort ne présente aucun des stigmates qui caractérisent l'action des Insectes xylophages; il ne montre ni perforations superficielles, ni galeries sous l'écorce, et on le croirait indemne, n'étaient la mortification de ses tissus et la couleur rouge de ses aiguilles.

Extension du mal. — Le fléau a singulièrement progressé depuis l'année dernière et, cette année, durant les deux mois pendant lesquels j'ai pu le suivre, c'est-à-dire du 15 juillet au 15 septembre. Actuellement, il frappe la presque totalité des Sapins exploitables et un très grand nombre de jeunes. Ces derniers, en 1906, ne paraissaient pas souffrir du mal; mais leur résistance a partout fléchi en 1907 et, dans certains cantonnements, ils ne sont pas moins atteints que leurs aînés. J'ai vu des plants de 1 ou 2 ans qui présentaient, avec toute évidence, les symptômes de l'infection.

Le mal sévit partout dans la forêt, mais il se développe plus vite sur les hauteurs rocailleuses, où la terre est plus rare et la végétation moins active que dans les vallées ou dans les plaines. L'arbre résiste en raison de sa vitalité, mais il est possible que d'autres éléments viennent augmenter ou affaiblir sa résistance.

J'ai observé la maladie dans les trois cantons de Saint-Laurent, de Morez et de Champagnole, c'est-à-dire depuis le sommet des monts Jura jusqu'à

la limite inférieure des Sapins; je l'ai retrouvée dans l'arrondissement de Gex jusqu'au col de la Faucille et, en Suisse, depuis la Cure jusqu'au-dessous de Saint-Cergues. Elle offre partout le degré d'extension que j'ai indiqué plus haut.

Les Sapins sont rares, au milieu des Épicéas, sur le chaînon supérieur de la montagne et dans la chaîne immédiatement voisine du Rizoux; ils représentent $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{4}$ de la population résineuse sur les deux chaînons (Joux-Devant et Joux-Derrière) qui délimitent le plateau de Saint-Laurent, et ils constituent la presque totalité de cette population dans les forêts moins hautes qui s'étendent plus à l'Ouest, depuis Saint-Maurice et la Chaux-des-Crotenay, jusqu'à Champagnole. Mais dans chaque région, quel que soit leur nombre, les Sapins sont à peu près tous frappés; certains ont déjà succombé, d'autres sont aux trois quarts rougis et mourants, la plupart résistent encore. Le fléau doit vraisemblablement s'étendre sur toute la chaîne du Jura; et, d'après des relations écrites, j'ai des raisons de croire qu'il sévit en d'autres points de la France, notamment dans le Beaujolais, où l'on semble d'ailleurs confondre la maladie du rouge avec le dépérissement produit par les Coléoptères xylophages.

Causes du mal. — C'est à la sécheresse de 1906 qu'on a tout d'abord attribué le dépérissement des Sapins, et beaucoup de personnes ont conservé, sur ce point, leur manière de voir. Mais comment expliquer de cette façon le grand développement du mal, qui sévit dans les bas-fonds humides aussi bien que sur les hauteurs, comment sa spécificité rigoureuse qui le localise absolument sur les Sapins, comment enfin sa recrudescence au cours de la saison actuelle, qui fut plutôt fraîche en montagne?

Il faut chercher ailleurs et attribuer la maladie du rouge à un organisme parasitaire. Les Insectes xylophages étant hors de cause, on doit songer naturellement à des parasites qui végètent sur les racines plutôt que sur les feuilles; car les arbres malades présentent tous les symptômes d'une vitalité amoindrie et, pour ainsi dire, d'une consomption lente; ce sont les extrémités de leurs rameaux qui dépérissent tout d'abord, et c'est seulement beaucoup plus tard qu'ils se trouvent atteints dans toute l'étendue de leurs branchages. Cette décroissance de la vitalité générale peut être l'œuvre de Rhynchotes homoptères analogues aux Phylloxéras, ou le fait de Champignons radicicoles. Mais la maladie ne semble pas s'étendre par taches confluentes à la manière du Phylloxéra, elle est répandue partout à peu près également; si bien qu'elle paraît produite par un Champignon radicicole qui, à certains stades, forme une infinité de spores aériennes d'une dissé-

mination large et très facile. Ce Champignon est peut-être le *Rhizosphæra Abietis* dont M. Mangin a décrit les fructifications aériennes; pourtant, ces fructifications sont bien loin des racines, je ne les ai jamais observées sur les feuilles encore saines et c'est bien rarement que je les ai vues, en été, sur les feuilles mortes et rougies; à ce propos, il est bon d'ajouter, toutefois, que les matériaux soumis à mon savant collègue ont été recueillis en automne, durant les mois d'octobre et de novembre, c'est-à-dire bien postérieurement à la période estivale.

J'ai soigneusement examiné les radicelles de très jeunes Sapins attaqués par la maladie; on n'y voyait pas de Pucerons, mais leur coiffe terminale était fréquemment enveloppée par le réseau mycélien d'un Champignon. Ce dernier est-il la forme radicicole du parasite, je ne saurais le dire, car j'ai dû brusquement interrompre ces observations.

Mesures préventives et remèdes. — Si, comme on peut le craindre, la maladie continue son cours, les territoires forestiers du haut Jura seront menacés d'un grand péril : dans les régions inférieures, exclusivement boisées de Sapins, ce péril conduira au désastre; dans les autres, il sera d'autant moindre que la flore résineuse est plus riche en Épicéas.

Il convient de prendre des mesures en vue de ce péril, et les deux plus simples consistent : 1° à supprimer les Sapins plutôt que les Épicéas dans les coupes par jardinage; 2° à remplacer au fur et à mesure le Sapin par l'Épicéa. Contre cette dernière mesure, on ne manquera pas d'objecter que la substitution de l'Épicéa au Sapin, dans les régions inférieures, semble contraire à la production normale du sol et que, dans les régions supérieures, elle supprimera l'assolement par alternance qui, dans une certaine mesure, s'établit naturellement à la suite des coupes. Mais la pratique établit que l'Épicéa peut très bien se développer jusqu'en plaine, et l'observation des forêts de hauteur montre qu'il végète à merveille en l'absence presque complète de Sapins.

Si, par grand bonheur, le fléau vient à disparaître, il sera toutefois nécessaire d'appliquer la première des mesures, au moins pour les arbres fortement attaqués. Avec leur feuillage à moitié mort et leurs racines presque sûrement endommagées, ces arbres ont perdu pour toujours leur puissance végétative; ils encombrent la forêt sans profit et, en les supprimant, on facilite la croissance des plants vigoureux du voisinage.

Telles sont les mesures préventives que la sagesse recommande. Il vaudrait mieux, sans doute, indiquer des remèdes, mais comment parler de remèdes quand on est si peu fixé sur la cause du mal? Le problème est à

l'étude et, en attendant la solution qu'il comporte, j'ai cru nécessaire d'en signaler la haute importance. Il ne me reste plus qu'à remercier M. le garde général de Saint-Laurent et M. l'inspecteur des forêts de Saint-Claude, qui m'ont aimablement donné toute latitude pour étudier la marche du fléau.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La parthénogenèse sans oxygène. — Élevage des larves parthénogénétiques d'Astéries jusqu'à la forme parfaite.* Note de M. **Yves Delage.**

Mes expériences précédentes (voir *Comptes rendus* des 22 juillet et 26 août 1907) ont montré que le traitement des œufs vierges d'Oursins par le tanin et l'ammoniaque rend inutiles la plupart des conditions que l'on croyait auparavant nécessaires, savoir : l'hypertonie de la solution, la présence de plusieurs électrolytes dont un au moins à base divalente, et même la présence d'un électrolyte quelconque. J'ai voulu soumettre à l'expérience la question de savoir si l'oxygène était indispensable, pour juger la théorie qui attribue la parthénogenèse à une fixation d'oxygène sur les œufs par les électrolytes agissant comme catalyseurs.

Cette théorie est due à Lœb qui se fonde sur l'expérience suivante. Si l'on traite les œufs par une solution saline hypertonique, composée d'eau de mer additionnée d'une solution forte de Na Cl dans l'eau distillée (ce qui augmente la proportion de Na Cl en même temps que la pression osmotique, mais diminue celle des autres sels), on obtient des larves; mais, si l'on dépouille la solution de l'oxygène qu'elle tient en dissolution, on n'obtient plus ni larves ni même la moindre segmentation. Pour réaliser l'expérience, Lœb fait barboter un courant d'hydrogène, soigneusement lavé, pendant 2 heures dans la solution, puis il ajoute les œufs, laisse barboter l'hydrogène encore pendant 2 heures, puis transporte les œufs dans l'eau de mer naturelle et aérée.

L'expérience est intéressante; elle n'est pas concluante. Indépendamment de quelque incertitude sur sa pureté, l'H peut n'être pas sans action sur le phénomène; en outre, et surtout, la solution hypertonique employée par Lœb est un agent de parthénogenèse bien trop faible et trop inconstant pour que les résultats négatifs qu'il fournit tranchent la question.

J'ai repris cette expérience sous une forme nouvelle, en substituant, à la simple solution hypertonique de Lœb, celles qui m'avaient donné dans les précédentes expériences de si heureux résultats, en particulier celle à

laquelle je me suis finalement arrêté et qui comprend 30 parties d'eau de mer et 70 parties d'une solution de saccharose isotonique à l'eau de mer. La solution était additionnée de la dose habituelle de tanin et d'ammoniaque (voir mes précédentes Notes).

Pour extraire l'O, j'ai eu recours à deux moyens, le vide et le barbotage d'azote.

Pour opérer par le vide, je disposais d'une excellente pompe Carré. La solution d'eau de mer sucrée, additionnée de tanin, était placée dans le vide pendant 3 ou 4 heures, parfois toute une nuit, et souvent agitée. Cette agitation était rendue possible par le fait que la liqueur était placée, non dans une coupe sous la cloche, mais dans un petit ballon rattaché par un tube de caoutchouc à vide à un tube de cuivre relié à la pompe et présentant une certaine souplesse; en outre, des billes de verre avaient été introduites dans le ballon au début de l'opération.

Les œufs étaient soumis au vide pendant 1 heure, dans l'eau de mer, sous la cloche de l'appareil. Après ce temps, j'introduisais rapidement dans le ballon d'abord l'AzH^3 (dont la dose était représentée par une seule goutte d'une solution suffisamment concentrée), puis les œufs, et le tout était soumis de nouveau au vide pendant 1 heure.

Naturellement, pendant l'introduction de l'AzH^3 et des œufs, les liquides se trouvaient à l'air libre pendant 1 à 2 minutes, mais il ne semble pas que la quantité d'O qui pouvait se dissoudre pendant ce court laps de temps doive être prise en considération. J'ai pris, en effet, la précaution de recouvrir les liquides, avant de les soumettre au vide (sauf la goutte d'AzH^3, bien entendu) d'une épaisse couche d'huile de vaseline qui devait, je pense, interdire toute introduction d'oxygène dans l'eau, sans que le résultat final en fût modifié.

Quand l'opération est terminée, le liquide contenant les œufs en suspension est versé dans une très grande coupe d'eau de mer, en sorte que le réactif est noyé dans une si grande quantité de liquide qu'il n'a plus d'action. Dès que les œufs se sont déposés, ce qui demande 5 à 10 minutes, ils sont décantés et l'eau de mer est renouvelée; après un second décantage semblable, ils sont abandonnés à eux-mêmes. Quand il y a de l'huile de vaseline, on opère de la même façon; elle ne paraît pas nuire et est enlevée par les décantages.

Pour opérer par l'azote, je prépare ce gaz au moyen de l'azotite d'ammoniaque chauffé dans un grand ballon. Le gaz passe dans un flacon laveur, puis arrive dans le vase où se fait l'expérience. Il y est amené par un tube plongeant au fond du liquide; le vase est bouché pour maintenir une atmosphère d'azote au-dessus de la liqueur; l'azote se dégage par un deuxième tube qui s'arrête un peu au-dessus du niveau du liquide. Un troisième tube, fermé par un bouchon, sert à l'introduction de l'AzH^3 puis des œufs au moment voulu. Le vase est haut et étroit pour que le barbotage soit plus efficace. Grâce à l'atmosphère d'azote constamment renouvelé qui surmonte le liquide, l'oxygène se dégage plus facilement. D'ordinaire plusieurs vases semblables étaient mis à la file, en sorte que le tube de dégagement débouchait, sauf pour le dernier, non dans l'air libre mais dans un espace privé d'oxygène.

L'eau de mer sucrée et additionnée de tanin était placée dans les vases et soumise à

un barbotage d'au moins 3 heures. Après ce laps de temps étaient introduits par le troisième tube, avec une pipette, d'abord l'AzH^3, réduite à une goutte, puis les œufs. Ces derniers étaient soit puisés directement dans l'ovaire, c'est-à-dire sans liquide additionnel pouvant introduire de l'oxygène, soit soumis d'abord, dans de l'eau de mer, pendant 1 heure, au vide de l'appareil Carré. Souvent était prise la précaution additionnelle de l'huile de vaseline pour que les liquides ne soient pas en contact avec l'air pendant l'introduction de l'ammoniaque et des œufs.

Les œufs étaient laissés en contact avec le réactif pendant 1 heure, mais dans des conditions variées : tantôt pendant tout ce temps on laissait l'Az barboter dans la liqueur, tantôt l'Az circulait simplement au-dessus du liquide, tantôt enfin le liquide était laissé en contact avec l'atmosphère d'Az non renouvelée, sauf de temps en temps une bulle pour empêcher l'introduction éventuelle de l'air, par diffusion, par les joints.

Après 1 heure, le contenu des flacons était brusquement noyé dans une grande quantité d'eau de mer et traité comme dans le cas précédent.

Le résultat a été celui-ci : j'ai toujours obtenu des larves, aussi jolies que par les autres procédés et aussi aptes à devenir pluteus; mais, sauf rare exception, leur nombre était très inférieur à celui obtenu dans les expériences comparatives faites sans soustraction d'oxygène. Il s'agit de l'interpréter, et c'est là que la question devient délicate.

Remarquons que l'extraction de l'oxygène est au moins aussi complète que dans le procédé de Lœb. L'azote vaut l'hydrogène à ce point de vue, puisqu'il s'agit seulement de remplacer l'air par un milieu où la tension de l'oxygène soit nulle. Lœb faisait barboter l'hydrogène 2 heures avant l'introduction des œufs et 2 heures après; je fais barboter 3 heures avant et 1 heure après parce que mon réactif exige 1 heure seulement de contact avec les œufs : cela s'équivaut. En outre, Lœb ne prenait pas la précaution d'extraire l'oxygène du liquide baignant les œufs introduits. Si donc Lœb est autorisé à admettre qu'il reste trop peu d'oxygène dans ses solutions pour que le transport de ce gaz dans les œufs par catalyse puisse s'effectuer et déterminer leur développement, je suis autorisé à dire que, dans mes expériences, le développement est dû à autre chose qu'une catalyse d'oxygène.

Mais, en réalité, cette conclusion n'est pas certaine. Des physiciens, interrogés, m'ont assuré que les modes d'extraction employés par Lœb et par moi devaient laisser dans la liqueur des quantités non négligeables d'oxygène, en sorte que l'intervention d'une catalyse de ce gaz reste possible, sinon probable.

Contre elle plaide la très faible tension de l'oxygène dans la liqueur, qui rend plus difficile de l'en arracher pour le transporter sur les œufs; contre elle plaide aussi le fait que, chez les Astéries, la suppression complète ou à

peu près (par barbotage de CO^2 pendant 24 heures) de l'oxygène, non seulement n'empêche pas la parthénogenèse, mais améliore le pourcentage des œufs qui se segmentent par rapport à ceux qui ne se développent pas. Pour elle plaide au contraire le fait que, chez les Oursins, l'extraction de l'oxygène diminue presque toujours, et notablement, ce même pourcentage.

Mais cela peut s'expliquer, peut-être, d'une autre façon. Le barbotage d'azote enlève non seulement l'oxygène, mais aussi une partie au moins de l'ammoniaque; et il n'est pas impossible que ce second facteur soit responsable de tout ou partie du résultat.

J'ai cherché à l'éliminer ou, tout au moins, à diminuer son importance en augmentant la dose d'ammoniaque. Mais cela ne remédie que très imparfaitement aux inconvénients de sa soustraction, car, au lieu d'une dose optima pendant 1 heure, on a une dose trop forte au commencement et trop faible à la fin. Or j'ai constaté qu'une dose trop forte tue les œufs et qu'une trop faible ne les fait pas développer. La suppression du barbotage pendant la seconde partie de l'opération serait un procédé plus efficace. Elle m'a fourni une légère amélioration du résultat, mais pas assez caractérisée pour que j'en puisse tirer une conclusion ferme.

J'ai imaginé après mon départ de Roscoff une expérience qui permettrait d'éliminer tout l'oxygène et de conserver tout l'ammoniaque. Il est malheureusement trop tard pour la réaliser cette année. Je compte le faire dès que les circonstances me le permettront.

Il reste donc à déterminer :

1° Si la petite quantité d'oxygène restant dans la solution est vraiment nécessaire à la parthénogenèse; 2° dans l'affirmative, si cet oxygène intervient de la manière que soupçonne Lœb ou d'autre façon.

En tout cas, ce qu'il est permis d'affirmer dès maintenant, c'est que l'absence complète de segmentations dans les expériences de Lœb ne saurait être rapportée à la seule absence d'oxygène, car, avec des solutions privées d'oxygène aussi bien sinon mieux que les siennes, j'en ai obtenu de nombreuses. Même, dans deux cas, j'en ai obtenu d'aussi nombreuses qu'avec la solution ordinaire servant de terme de comparaison, sans qu'il m'ait été possible d'apercevoir dans les expériences une faute permettant de supposer que l'oxygène avait été moins complètement extrait dans ces deux cas que dans les autres.

J'ai fait subir à mon procédé au tanin et à l'ammoniaque une nouvelle modification.

Comme électrolyte, j'emploie maintenant exclusivement l'eau de mer

naturelle. Elle donne des résultats peut-être un peu moins bons que l'eau de mer artificielle formée par une solution isotonique à l'eau de mer, de $NaCl$ avec ou sans $MgCl^2$, $CaCl^2$ et $MgBr^2$, mais sans potassium, ni sulfates, ni phosphates, ni carbonates. Mais la différence est assez peu importante pour que cette complication puisse être négligée. J'emploie donc désormais toujours un mélange comprenant : eau de mer 30^{vol}, solution de saccharose isotonique à l'eau de mer 70^{vol} : c'est la proportion optima et le pourcentage des larves obtenues diminue rapidement quand on s'en éloigne dans un sens ou dans l'autre. A noter que, lorsque au lieu d'eau de mer j'emploie la solution de $NaCl$ pur, la proportion optima se renverse, réclamant 70 parties de solution saline pour 30 de solution sucrée.

Je n'ai pas changé les proportions de tanin et d'ammoniaque, mais j'ai remarqué qu'il est indifférent, sinon même avantageux, de mettre en même temps les deux réactifs et les œufs tout de suite après. On peut même préparer la solution complète assez longtemps à l'avance, mais il est alors avantageux de l'agiter avant l'emploi pour ne pas rejeter le précipité floconneux et probablement colloïdal qui se forme.

Le procédé devient, dans ces conditions, extrêmement simple et pratique : mélanger 300^{cm^3} d'eau de mer et 700^{cm^3} d'une solution de saccharose dans l'eau distillée à la concentration de 388^g par litre; y ajouter $0^g,15$ de tanin préalablement dissous dans un peu d'eau distillée, puis y ajouter 3^{cm^3} d'une solution normale (titrée à l'acide oxalique) de AzH^3. On place les œufs extraits de l'ovaire pendant 1 heure dans environ 50^{cm^3} de cette solution, puis on les place dans l'eau de mer naturelle, 2 ou 3 fois renouvelée par décantage, pour éliminer toute trace du réactif. Environ 18 heures après (à la température de 18°) le vase fourmille de larves nageantes.

Le fait que cette sorte de tannate d'ammoniaque, comprenant assez d'ammoniaque pour que la saturation puisse être complète, a les mêmes effets que le tanin et l'ammoniaque employés successivement, ne prouve rien contre l'interprétation que j'ai proposée de son mode d'action, invoquant la coagulation de certaines parties des colloïdes protoplasmiques par le tanin et la liquéfaction de certaines autres par l'ammoniaque. Ce tannate d'ammoniaque doit être, en effet, fortement hydrolysé, en sorte que les propriétés du tanin et de l'ammoniaque coexistent côte à côte dans la liqueur, et que ceux des colloïdes protoplasmiques sensibles à l'un ou à l'autre de ces deux agents peuvent être influencés à peu près comme s'il était seul.

Ce qui montre qu'il en est bien ainsi, c'est que le procédé à l'HCl et l'AzH^3, qui donne aussi de très bons résultats quand on applique successi-

vement d'abord l'acide, puis l'alcali, ne donne plus rien quand on ajoute les deux réactifs ensemble au commencement de l'opération. Ici, en effet, il y a formation de AzH^4Cl stable et, par lui-même, sans action.

Voici maintenant les résultats actuels de mes élevages :

J'ai obtenu, en tout, jusqu'ici, 7 Oursins, *Paracentrotus* (*Strongylocentrotus*) *lividus*, ayant franchi la métamorphose. Six se sont fixés et ont grimpé aux parois avec leurs ambulacres. De ces 6, 1 a été perdu, 2 sont morts et ont été mis en préparation, 3 sont vivants; éclos comme larves le 17 juin, ils sont devenus Oursins vers le 18 août et ont notablement grossi depuis leur formation. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un des individus montés : c'est une pièce unique.

Il présente une particularité extrêmement curieuse : un fait de variation sans précédent. Il a, en effet, une symétrie hexamère : 6 dents à la lanterne, 6 tentacules terminaux, 6 paires d'ambulacres. Tout cela se voit fort bien sur la préparation.

Or, tandis que les variations du nombre des antimères sont fréquentes chez les Astéries, elles sont, pour autant que je sache, sans exemple chez les Oursins. Je n'en connais aucun cas publié; aucune des personnes que j'ai consultées n'en a vu; parmi les milliers d'Oursins que j'ai ouverts pour prendre leurs œufs, pas une fois je n'en ai rencontré.

Les autres individus parthénogénétiques que j'ai obtenus ne paraissent pas présenter cette particularité, en sorte qu'on ne peut dire qu'elle soit une conséquence forcée de l'origine chimique. Il n'en reste pas moins que cette origine chimique paraît responsable d'un cas de variation sans précédent.

En ce qui concerne les Astéries (*Asterias glacialis*), je disais dans ma précédente Communication que quelques-unes de mes larves parthénogénétiques semblaient au moment de se fixer. Deux l'ont fait et se sont transformées en jeunes Astéries. L'une d'elles est petite et peu mobile; l'autre vigoureuse et très active : en quelques minutes elle parcourt plusieurs centimètres sur la paroi du bocal. Elle mesure plus de 1^{mm} de large, ayant grandi de près de $0^{mm},5$ depuis sa fixation qui remonte au 1er de ce mois. Elle est en forme de croix de Saint-André à cinq branches et montre des ambulacres très longs et très mobiles au moyen desquels elle se déplace. Toute trace de l'appareil larvaire a disparu.

Pour conduire jusqu'à l'état adulte cet intéressant petit troupeau, il faut arriver à le nourrir. Je ne sais si j'arriverai à résoudre ce problème délicat.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les séries de* méthylation *de l'alcool éthylique, au point de vue de l'aptitude à l'isomérisation des éthers haloïdes.* Note de M. **Louis Henry.**

La stabilité structurale des alcools et de leurs éthers acétiques, alors que, dans bien des cas, les éthers haloïdes correspondants s'isomérisent aisément, m'a toujours paru un fait digne de remarque.

Cette isomérisation consiste au moins en un déplacement du corps halogène X vis-à-vis du carbone. Elle a, sinon pour but, du moins pour résultat, de fixer l'atome du corps halogène dans un chaînon carboné moins hydrogéné et même dans le chaînon carboné le moins hydrogéné. Parfois le noyau carboné lui-même reste intact, mais il arrive qu'il subit aussi dans sa structure une modification profonde.

Il me paraît nécessaire, pour bien fixer les idées, de citer quelques exemples de ces transpositions :

$$CH^3-CH^2-CH^2X \quad \text{isomérisation en } CH^3-CHX-CH^3,$$

$$\begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>CH-CH^2X \quad \text{isomérisation en } \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CX-CH^3,$$

$$\begin{matrix}H^3C\\H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!\geqslant C-CH^2X \quad \text{isomérisation en } \begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>CX-CH^2-CH^3.$$

Ces transpositions isomériques, de profondeur diverse, ne se produisent pas toujours avec la même facilité et, sous ce rapport, il y a grandement à tenir compte de la nature du corps halogène renfermé dans ces éthers, et de la constitution propre de ceux-ci.

Laissant aussi de côté dans cette Note, qui n'est qu'une communication d'ordre préliminaire, l'examen des causes diverses qui provoquent ces isomérisations, je n'examinerai celles-ci que dans leurs rapports avec la structure des composés qui les subissent (¹).

Pour ramener cette question, qui, au premier abord, peut paraître compliquée, à ses points fondamentaux, je puis me borner à examiner, à ce point de vue, les divers groupes des éthers haloïdes, correspondant aux alcools $C^nH^{2n+1}-OH$ que l'on peut rattacher, par voie de *méthylation* (²)

(¹) C'est aussi pour cette raison que je me dispenserai de faire ici l'historique de la question et de citer des noms d'auteurs.

(²) Remplacement de H fixé sur C par $-CH^3$.

au plus simple des alcools polycarbonés, l'*alcool éthylique* $CH^3 - CH^2(OH)$.

La *méthylation* de l'alcool éthylique, $H^3C - CH^2(OH)$, peut se faire, comme on le voit immédiatement à l'inspection de la formule, de diverses manières :

a. exclusivement, soit dans le groupement $- CH^3$, soit dans le composant *alcool* $- H^2C(OH)$ et, dans chacun d'eux, affecter un *seul* ou *plusieurs* atomes d'hydrogène.

b. ou *simultanément* dans chacun de ces deux composants à la fois.

Il résulte de cette méthylation diverse, plus ou moins profonde, des groupes d'alcools, *méthylo-éthyliques,* de nature fort variée : dans ces cadres, qui sont les plus simples parmi les alcools polycarbonés, sont compris tous les cas qui peuvent se présenter et qu'il y a à envisager.

Premier groupe. — Méthylation dans $- CH^3$ exclusivement.

$(H^3C) - CH^2 - CH^2X$. — Isomérisation en dérivé *isopropylique* $H^3C - CHX - CH^3$.

$\left(\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\right) > CH - CH^2X$. — Isomérisation plus facile en dérivé *butylique tertiaire* $\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix} > CX - CH^3$.

$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \\ H^3C \end{matrix} > C - CH^2X$. — Isomérisation plus aisée encore en $\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix} > CX - CH^2 - CH^3$, de l'alcool amylique tertiaire.

Deuxième groupe. — Méthylation dans $H^2C(OH)$ exclusivement.

$H^3C - CHX - (CH^3)$. — Isomérisation impossible.

$H^3C - CX < \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$. — Isomérisation aussi impossible.

Troisième groupe. — Méthylation simultanée dans $H^3C -$ et H^2CX.

a. Première série : Alcools *secondaires,* $- HCX - CH^3$.

$(H^3C) - CH^2 - CHX - CH^3$. — Absence d'isomérisation, du moins dans les conditions habituelles, connues aujourd'hui.

$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix} > CH - CHX - CH^3$. — Isomérisation aisée, transformation en dérivé amylique *tertiaire* $\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix} > CX - CH^2 - CH^3$.

$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \\ H^3C \end{matrix} > C - CHX - CH^3$. — Dérivé pinacolique; transformation plus facile en dérivé *tertiaire*.

$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix} > CX - CH < \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$. — Modification dans la structure du noyau carboné.

b. Seconde série : Alcools *tertiaires,* $- CX < \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$.

$H^3C - CH^2 - CX < \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$. — Isomérisation nulle, impossible et inutile.

$$\begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>CH - CX\!<\!\!\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}. \text{ — Id.}$$

$$\begin{matrix}H^3C\\H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>C - CX\!<\!\!\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}. \text{ — Id.}$$

De cette revue il se dégage un fait général; c'est que l'isomération des éthers haloïdes s'accomplit d'autant plus facilement, quand elle est possible, que l'hydrogène est plus rare au voisinage du chaînon éther-haloïde ou dans le chaînon lui-même. Sous ce rapport, les éthers haloïdes triméthylés $(H^3C)^3 \equiv C$—, de divers genres, sont particulièrement remarquables. Il y a là un bel exemple à citer de la stabilité particulière que communique aux noyaux polycarbonés la présence abondante de l'hydrogène : cet élément est vraiment le ciment de ces noyaux.

Les faits n'existent pas encore, en ce moment, en quantité suffisante, pour déterminer, avec précision et certitude, l'influence de l'intercalation de groupements tels que $> CH^2$, etc. dans les systèmes isomérisables. On sait toutefois déjà que l'éloignement que détermine leur présence communique de la stabilité aux systèmes les plus susceptibles de transposition, tels que $(CH^3)^3.C - CH^2X$ ou $(CH^3)^2.CH - CH^2X$. Je rappellerai tout d'abord la stabilité relative des dérivés haloïdes de l'alcool amylique $(CH^3)^2CH.CH^2 - C^3H^2X$ et surtout celle du bromure $(CH^3)^3.C.CH^2.CH^2Br$ de l'alcool propylique triméthylé de M. De Lacre

$$(H^3C)^3.C.CH^2 - CH^2(OH),$$

alors que le dérivé immédiatement inférieur de l'alcool de M. de Tessier $(H^3C)^3.C - CH^2 - CH^2Br$ s'isomérise si aisément.

Je ferai remarquer, en terminant, que les transpositions n'atteignent pas les composés dont je me suis servi autrefois pour démontrer l'identité de valeur des quatre unités d'action chimique de l'atome du carbone.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la comète Daniel 1907 d et son spectre.* Note de M. **Henri Chrétien**, présentée par M. Bassot.

Le spectre de la comète 1907 *d* a été étudié photographiquement à l'Observatoire de Nice par la méthode du prisme-objectif, préconisée par M. le comte de la Baume-Pluvinel (*Comptes rendus*, 23 mars 1903).

La chambre prismatique était composée d'un prisme de 62°, soutenu au minimum de déviation pour la raie G devant un objectif de 10^{cm} de diamètre et 47^{cm} de foyer. Une chambre photographique ordinaire, de 16^{cm} d'objectif et de 74^{cm} de foyer, permettait d'obtenir, simultanément avec les spectres, des images simples très utiles pour la discussion ultérieure des spectrogrammes. Le tout était installé sur l'équatorial de 38^{cm} de l'Observatoire, l'arête du prisme orientée dans le sens du mouvement diurne, qui se trouvait être également celui de la queue.

Avant la pose, deux spectres de comparaison empruntés à l'étoile Capella étaient imprimés sur la plaque qui devait recevoir le spectre de la comète; nous avons employé des plaques Lumière Σ.

Nous avons pu, mon frère M. Léon Chrétien et moi, suivre la comète durant les nuits des 9-10 juillet, 5-6 août, 12-13, 13-14, 16-17, 17-18 août. Les poses, aussi longues que possible, ont varié de 1 heure à 1 heure 45 minutes.

Les clichés ordinaires successifs montrent le développement rapide de la comète. La queue, à peine de 20′ sur le cliché du 10 juillet, est visible jusqu'à 4° à 5° sur le cliché du 18 août, cependant moins posé, et atteignait 2° déjà sur le cliché du 14 août. La forme aussi est variable. Tandis que, sur le cliché du 14 août, par exemple, la queue est en V, formée de queues élémentaires (on en compte 8), à peu près uniformément distribuées en éventail, quoique plus serrées vers les branches du V, sur le cliché du 18, au contraire, les queues se sont comme rassemblées, peut-être simplement par effet de perspective, dans une direction unique, de sorte que la lumière est condensée le long d'un axe, ce qui est très favorable à l'obtention d'un spectre pur. Ce dernier cliché montre en outre une queue très déliée, très longue, faisant un angle de 22° environ avec la direction générale de la lumière et rappelant les appendices de la comète de Donati (1858).

Le spectre, obtenu dans cette même nuit du 16 au 18 août, est très net et a donné lieu à des mesures précises. Voici comment se placent, dans l'échelle des longueurs d'ondes, les principales condensations (les nombres sont ceux qui ont été calculés d'après les spectres de comparaison) :

	387,0	et	388,2	Images intenses, se prolongeant à peine dans le sens de la queue. (Têtes des deux premières bandes du groupe ultra-violet du cyanogène : 387,15 et 388,36.)
	398,9			Condensation légère.
(*a*)	**401,2**	et	**402,0**	Condensations assez faibles mais étendues jusqu'à 1° 30′ dans la queue sous forme de lignes fines et parallèles.
	411,1	413,8	419,0	Maxima d'une suite de bandes grises.

	420,0	et	421,3	Images intenses, se prolongeant à peine dans la queue. (Têtes des deux premières bandes du groupe bleu du cyanogène : 419,72 et 421,61.)
(*b*)	**425,8**	et	**427,5**	Couple identique à (*a*); lignes plus nettes et plus longues.
	430,1	431,6	433,5	Condensations très peu étendues dans la queue.
(*c*)	**450,3**	et	**454,2**	Couple semblable à (*a*) et (*b*), moins net et moins long.

La sensibilité de la plaque s'évanouit après la magnifique bande 472, qui apparaît comme formée de grains de chapelet dont les centres répondent aux longueurs d'ondes 467,1 ($i=4$); 468,2 ($i=5$); 469,8 ($i=6$); 471,4 ($i=4$); 473,2 ($i=3$) et 474,8 ($i=1$).

Le spectre propre de la queue, en dehors des prolongements très courts que l'on observe au droit des condensations les plus intenses du noyau, se compose donc de trois groupes de radiations dont les longueurs d'ondes moyennes sont :

401,6; 426,7; 452,2.

Ce fait a également été remarqué par MM. Deslandres et Bernard (*Comptes rendus*, 26 août 1907), et M. de la Baume-Pluvinel avait déjà noté, à propos de la comète 1902 *b*, « des condensations faibles ou vagues avec queue de même intensité (*Comptes rendus*, 23 mars 1903).

Ce que nos clichés montrent nettement, c'est que ces radiations sont composées de deux radiations voisines, dont les différences de longueur d'ondes sont respectivement, pour chaque couple :

$1^{m\mu},9$; $1^{m\mu},7$; $3^{m\mu},9$.

Les clichés antérieurs à celui du 18 août montrent également ces trois groupes, mais moins nettement, ce que nous attribuons à la forme en éventail que présentait alors la queue de la comète. Toutefois, sur le cliché du 17, la duplicité de chacune de ces radiations est déjà indiscutable. Il est à noter que, par rapport à l'intensité du couple (*b*) pris comme terme de comparaison, l'intensité du couple (*a*) est moins forte sur le cliché du 17 que sur celui du 18 et que l'intensité du couple (*a*) est plus forte sur le premier cliché que sur le second.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les fontes spéciales et plus spécialement sur les fontes au nickel.* Note de M. **Léon Guillet**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Nous avons établi précédemment un diagramme simple donnant la constitution de divers alliages de fer, de carbone et d'un troisième corps, notamment le nickel et le manganèse.

Mais nos recherches n'avaient porté que sur des alliages contenant moins de 1,650 pour 100 de carbone. Nous nous sommes proposé d'étudier par voie chimique et micrographique la constitution de produits plus carburés.

Fontes au nickel. — Les résultats que nous présentons aujourd'hui ont trait principalement à des fontes au nickel.

Nous avons fait deux séries d'essais, l'une en partant d'une fonte blanche, l'autre en partant d'une fonte grise; dans un cas comme dans l'autre, nous avons ajouté au métal initial des quantités croissantes de nickel.

On a eu bien soin de refroidir tous ces produits avec la même vitesse.

Les Tableaux suivants résument les résultats obtenus.

Tableau I. — *Point de départ : fonte blanche.*

	Analyse chimique.							
Alliages cherchés.	C total.	Graphite.	Mn.	Si.	S.	Ph.	Ni.	Micrographie.
1 Fonte initiale....	3,200	0,052	traces	0,20	0,013	traces	0	Perlite, cémentite.
2. Fonte à 1 % Ni...	2,350	0,183	0,02	0,20	0,010	»	0,98	Sorbite, cémentite en amas. Un peu de graphite.
3. Fonte à 2 % Ni...	2,872	1,224	0,02	0,20	0,010	»	2,00	Sorbite, cémentite en amas et en aiguilles, graphite.
4. Fonte à 6 % Ni...	2,375	0,994	0,10	0,13	0,015	»	6,19	Fer γ, cémentite en amas et en aiguilles, graphite, troosto-sorbite en aiguilles.
5. Fonte à 12 % Ni..	2,837	1,470	0,05	0,20	0,008	»	11,73	Fer γ, aiguilles de troosto-sorbite, un peu de cémentite en amas.
6. Fonte à 25 % Ni..	2,867	1,940	0,08	0,15	0,006	»	23,79	Graphite et fer γ avec zones qui se colorent.
7. Fonte à 40 % Ni..	2,110	1,883	0,03	0,11	0,006	»	39,01	Graphite et fer γ avec zones qui se colorent.
8. Fonte à 50 % Ni..	1,890	1,540	0,20	0,20	0,012	»	48,27	Graphite et fer γ sans zones se colorant.

Tableau II. — *Point de départ : fonte grise.*

9. Fonte initiale.....	2,739	1,697	0,16	2,38	0,098	1,47	0	Perlite, cémentite, graphite.
10. Fonte à 2 % Ni...	2,495	2,328	0,24	2,31	0,110	1,47	2,73	Faible quantité de perlite et de cémentite. Fer γ en certaine quantité.
11. Fonte à 6 % Ni...	2,420	2,122	0,18	2,27	0,140	1,30	5,60	Graphite, fer γ qui augmente, aiguilles de troosto-sorbite, traces de cémentite.
12. Fonte à 12 % Ni..	2,338	2,038	0,17	1,98	0,089	1,26	12,00	Fer γ en grande quantité, traces de cémentite, quelques aiguilles de troosto-sorbite.

Ces résultats montrent que :

1° Le nickel favorise la formation de graphite;

2° L'influence du nickel sur l'état du carbone et la structure sont des plus caractéristiques : la quantité de nickel ajoutée à la fonte allant en croissant, on observe tout d'abord la formation de sorbite (la perlite disparaît sous l'influence de quantité très faible de nickel); puis la cémentite prend, au moins partiellement, la forme aciculaire que l'on rencontre rarement dans les fontes ordinaires; il se forme ensuite du fer γ et des aiguilles de troosto-sorbite, alors que la sorbite disparaît. Le fer γ va en augmentant, ces aiguilles vont en diminuant, au fur et à mesure que le nickel croît. Bientôt, on ne trouve plus que du fer γ et du graphite; cependant on note que certaines régions de fer γ, se trouvant surtout dans le voisinage du graphite, se colorent aisément par l'acide picrique; on trouve parfois au centre des traces de cémentite. Ces zones colorées sont d'autant moins abondantes que la teneur en nickel est plus élevée. Enfin, il est à noter que les aiguilles de troosto-sorbite présentent très souvent un noyau de cémentite.

Un Mémoire détaillé, reproduisant notamment une série de micrographies, sera publié ultérieurement.

Fontes au manganèse. — Des essais semblables, pratiqués sur les fontes au manganèse, nous ont montré que dans aucun cas il n'y a formation de fer γ ; on rencontre généralement de la sorbite.

La cémentite spéciale, qui prend naissance, se colore d'autant plus difficilement par le picrate de soude que la teneur en manganèse est plus importante. De plus, elle croît rapidement, toutes choses égales d'ailleurs, lorsque le manganèse augmente.

Nous avons vérifié ce fait bien connu que le manganèse s'oppose à la précipitation du graphite.

Conclusions générales. — Des études déjà faites, les unes anciennes, les autres récentes, ont démontré que le silicium et l'aluminium aident à la formation de graphite, tandis que le chrome s'y oppose.

Si l'on rapproche ces résultats de ceux que nous avons obtenus pour les fontes au nickel, on arrive à la conclusion générale suivante :

Les éléments qui entrent en solution dans le fer (nickel, aluminium, silicium) favorisent la formation du graphite.

Les éléments qui forment avec la cémentite un carbure double (manganèse, chrome) s'y opposent.

Nous poursuivons cette étude par des recherches sur des fontes au vanadium, au tungstène, au molybdène, etc.

PATHOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur les lésions consécutives à la compression et à l'écrasement des ganglions sensitifs.* Note de MM. G. Marinesco et J. Minea, présentée par M. Laveran.

Nos expériences antérieures sur la greffe des ganglions sensitifs et l'injection de substances irritantes dans les ganglions nous ayant montré que les cellules ganglionnaires jouissent d'une grande plasticité, propriété qui leur permet de changer leur forme et d'émettre des prolongements, nous avons pensé que d'autres facteurs, tels que la compression modérée et l'écrasement, pourraient réaliser les mêmes changements. C'est dans ce but que nous avons pratiqué ces deux formes de traumatisme sur le ganglion plexiforme et les ganglions cervicaux, chez de jeunes chiens et de jeunes chats, à l'aide d'une pince hémostatique, pendant 3 secondes. On pourrait admettre trois degrés de compression : 1° compression légère, 2° moyenne, 3° violente. Cette dernière équivaut à l'écrasement du ganglion. Les lésions des cellules nerveuses sont en rapport direct avec l'intensité du traumatisme.

Nous avons examiné les ganglions comprimés, à l'aide de la méthode de Cajal, 3, 5, 6, 9 et 18 jours après l'opération. 3 jours après la compression modérée du deuxième ganglion cervical, on trouve à la surface et dans la profondeur du ganglion beaucoup de fibres à myéline en neurolyse. Les fibres fines sont plus résistantes. D'autres fibres, par des renflements successifs, forment une espèce de chapelet; celles-ci ne sont plus en rapport avec leurs cellules d'origine. On voit, en outre, des cylindraxes épais qui présentent un état d'effilochement, comme dans le bout central des nerfs sectionnés ou comprimés. L'axone, au lieu d'avoir une constitution fibrillaire, apparaît dissocié et, suivant la disposition de ses neurofibrilles, les images sont très variables. Parfois, l'axone présente un état d'enchevêtrement; la partie centrale garde plus ou moins sa structure pendant que les fibres superficielles se sont effilochées, écartées les unes des autres pour former un plexus plus ou moins irrégulier, ou s'enrouler autour de la partie centrale. Quelquefois, ces fibrilles détachées cheminent les unes à côté des autres et enveloppent la partie centrale d'une espèce de manteau; elles se terminent assez souvent par un anneau ou par une petite massue. En général, l'effilochement et la dissociation longitudinale font leur apparition à une certaine distance de l'origine de l'axone, et quelquefois ils se produisent immédiatement après l'émergence de ce dernier.

Dans le cas d'écrasement du ganglion, c'est-à-dire dans celui de compression violente, l'image anatomique est toute différente. Beaucoup de cellules ont disparu; la plupart de celles qui persistent, au lieu d'être rondes, sont devenues ovoïdes, ellipsoïdes, irrégulièrement polygonales; leur contour est sinueux, parfois échancré; quelques

cellules sont réduites de volume et même très atrophiées. A la place du réseau endocellulaire détruit, il existe de fines granulations. Parallèlement à ces lésions cellulaires, on remarque des lésions dégénératives des fibres nerveuses; enfin quelques cellules qui ont moins souffert du traumatisme offrent des expansions de nouvelle formation ou des prolongements épais et des arborisations périglomérulaires ainsi que des plexus péricellulaires. Il se détache de la périphérie de la cellule des expansions qui finissent parfois par un bouton ou une massue en dehors de la capsule.

Nous avons tâché de réaliser chez un troisième animal une compression moins violente que dans le cas précédent; les lésions que nous avons observées étaient intermédiaires à celles des deux cas décrits plus haut. Le ganglion a été examiné 6 jours après l'opération. On y distingue au moins deux espèces de cellules : les unes claires, petites, avec un réseau endocellulaire dense, pâle, peu apparent; les autres foncées et plus grosses possèdent un réseau bien visible dont les mailles sont irrégulières. Quelques cellules de ce dernier groupe offrent une espèce d'effilochement périphérique. De l'axone se détachent çà et là des fibres fines de nouvelle formation partant, soit de la portion glomérulaire, soit du segment extracapsulaire; après avoir décrit un trajet irrégulier, ces fibres finissent par une petite massue. D'autres fois ce sont des fibres qui s'enroulent autour de l'axone et desquelles il se détache aussi de petites ramifications collatérales courtes finissant souvent par un petit bouton ou un anneau. Nous avons pu constater des phénomènes analogues dans les ganglions sacrés d'un cas de mal de Pott, où ces organes étaient comprimés par les méninges infiltrées de produits tuberculeux. Beaucoup de cellules sont pourvues de plusieurs prolongements finissant généralement par une massue, soit à l'intérieur de la capsule, soit au dehors; d'autres présentent à leur périphérie un système d'anses disposées en plusieurs couches.

En résumé, la compression modérée des ganglions sensitifs modifie la tension de surface et la pression osmotique des cellules nerveuses et donne lieu à des arborisations périglomérulaires et à des plexus péricellulaires. Au contraire, l'écrasement de ces ganglions altère plus ou moins profondément, suivant le degré du traumatisme, la morphologie de la cellule et paralyse la capacité neuroformative du neurone.

PHYSIOLOGIE. — *La mémoire chez* Convoluta Roscoffensis. Note de M. Louis Martin, présentée par M. Yves Delage.

Les *Convoluta Roscoffensis* restent étalées sur la plage pendant presque tout le temps que leur zone demeure à découvert. Les dernières achèvent de descendre dans la profondeur lorsqu'elles sont touchées par le flot. Leur étalement à la surface du sable commence, au plus tôt, 2 heures 10 minutes après l'heure de mer haute, et cesse, au plus tard, 2 heures 30 minutes avant l'heure de pleine mer. Transportées au laboratoire et placées dans un vase,

les *Conv.* oscillent en synchronisme avec l'heure des marées pendant 4 à 7 jours durant lesquels il se produit une déperdition croissante du souvenir du retard quotidien de la marée et du souvenir de la marée elle-même; à l'amboti-mnésie succède l'amboti-amnésie. Si les *Conv.* sont inégalement éclairées, leurs oscillations s'effectuent le long de la paroi la plus éclairée; si les *Conv.* sont également éclairées, elles oscillent indifféremment sur tout le pourtour du vase.

La venue de la nuit a un effet inhibiteur de ce rythme : les *Conv.* ne montent pas, et, si elles ont déjà monté, redescendent. Cet arrêt mnémonique est normal puisque, sur le rivage, les *Conv.* ne viennent pas, de nuit, à la surface du sable. Exception doit être faite des nuits très éclairées par la Lune : or, dans le temps de la pleine Lune, et bien que le ciel fût obscur, plusieurs lots de *Conv.*, en observation au laboratoire, ont effectué une ascension qui, n'étant pas le fait d'un éclairage actuel, ne pouvait être que le fait du souvenir du temps de la pleine Lune. La nuit est donc suspensive de l'amboti-mnésie, et la période de pleine Lune est suspensive de l'amboti-amnésie nocturne.

Mais, à côté des causes normales de suspension du rythme oscillatoire, il y a des causes anormales de trouble mnémonique que l'expérimentation permet de connaître. Des chocs multiples et prolongés détruisent la mémoire : les *Conv.* qui m'ont été envoyées à Paris se sont toujours montrées, sous l'influence de la trépidation prolongée du chemin de fer, amnésiques. Des *Conv.* non amnésiques le sont devenues sous l'action du renouvellement fréquent de l'eau du bocal où elles étaient placées. Mises dans l'obscurité complète et continue, les *Conv.* généralement se répandent à la périphérie du vase, elles couvrent uniformément ses parois sur tout son pourtour et toute sa hauteur, ainsi que la surface du sable et la surface libre de l'eau; ce mouvement de centrifugation effectué, elles demeurent indéfiniment réparties de la sorte; il y a donc, du fait de l'obscurité artificielle continue, inhibition immédiate, totale et définitive de toute manifestation de la mémoire des marées. Le même résultat est obtenu au bout d'un certain temps lorsqu'on soumet les *Conv.* à la production brusque, momentanée et répétée, de l'obscurité; chaque fois que l'obscurité est ainsi produite, le rythme oscillatoire est inhibé et fait place à une centrifugation qui demande environ 50 minutes pour s'accomplir, et qui est d'autant plus parfaite que, cet acte perturbateur étant plus répété, l'influence de la mémoire s'est effacée davantage. La mémoire encore s'altère rapidement chez les *Conv.* soumises, toute la nuit, à un éclairage artificiel; ou si, la surface du sable n'étant

recouverte que de 1^{mm} à 2^{mm} d'eau et étant promptement desséchée par suite de l'évaporation, les *Conv.* sont ainsi empêchées de venir au jour pendant le temps du reflux; ou encore lorsqu'elles sont soumises, soit d'une manière continue, soit pendant une succession de périodes courtes et rapprochées, à une température voisine de 30°; ou enfin lorsqu'elles sont placées dans un milieu où ne parvient que l'une des lumières dont la synthèse fait la lumière blanche; la couleur verte est peu perturbatrice, la rouge et la violette altèrent profondément l'amboti-mnésie.

L'altération de la mémoire chez *Conv.* n'est pas seulement produite par des causes d'ordre mécanique ou physique, mais aussi d'ordre chimique et physiologique. Toute altération dans la composition de l'eau de mer a une répercussion sur le fonctionnement du souvenir, que certains sels soient supprimés, ou que la quantité de tous les sels ou de certains d'entre eux soit modifiée, mais surtout au cas de sursalure ou d'excès de $NaCl$. Semblable effet mnémoniquement nocif de l'addition, à l'eau de mer, d'eau douce ou de sucre ou d'alcool. Même, dans certains cas, le phototropisme est partiellement ou totalement détruit. Les décompositions organiques qui se poursuivent dans le sable dont on garnit le vase à expériences, ou les *Conv.* mortes et décomposées que l'on ajoute à l'eau de mer, provoquent une amnésie plus ou moins rapide. Cette amnésie se produit immédiatement chez les *Conv.* sur les tissus desquelles on a fait agir des colorants tels que le neutral-roth, le brun de Bismarck, le vert et le bleu de méthyl, le méthyl-violet.

Des *Conv.* non amnésiques mêlées à des *Conv.* amnésiques plus nombreuses perdent la mémoire. Et des *Conv.* amnésiques mêlées à des *Conv.* non amnésiques plus nombreuses imitent les mouvements oscillatoires de ces dernières.

GÉOLOGIE. — *Contribution à l'étude de la vallée inférieure de la rivière d'Ain.* Note de M. **J.-B. Martin.**

M. A. Penck (¹), dans l'Ouvrage qu'il vient d'écrire avec M. E. Brückner sur les Alpes aux temps glaciaires, parlant des moraines de la dernière extension du grand glacier du Rhône, considère comme probable la forma-

(¹) A. Penck und E. Brückner, *Die Alpen im Eiszeitalter*. Leipzig, Tauchnitz, p. 678-679.

tion d'un lac de barrage dans la vallée de l'Ain. Les eaux de la rivière d'Ain auraient été barrées à la hauteur d'Anthon-Béligneux par un rempart morainique, et le lac aurait persisté tant que la levée glaciaire qui le soutenait n'aurait pas été percée. Déjà, vers 1875, Tardy [1] avait émis une idée analogue.

M'étant attaché à rechercher les preuves de l'existence de cette nappe d'eau devinée par les géologues, j'ai étudié les deux rives de l'Ain depuis le pont de Gévrieux au Nord jusqu'au Rhône et j'y ai constaté les faits suivants :

Un peu en amont du village de Mollon, sur la rive droite, on trouve, reposant sur les marnes du Pontien (d'après MM. Boistel et Béroud) ou du Pliocène inférieur (MM. Delafond et Depéret), 50^{cm} de dépôts glaciaires à gros blocs et cailloux striés, qui affleurent dans le lit de la rivière. Par-dessus reposent 2^m d'alluvions à petits cailloux plats, tout à fait semblables aux alluvions qui composent les terrasses fluviatiles des rivières jurassiennes; puis viennent 50^{cm} de terre arable.

Plus bas, sur la rive droite encore de l'extrémité méridionale du marais de Giron, jusqu'au-dessous du château de Loyat, une moraine, qui d'après MM. Penck et Brückner doit être classée dans la période dite *du würm* et qu'avec M. Schaudel [2] j'appellerai *wurmienne,* descend aussi jusque dans le lit de la rivière qu'elle domine parfois de plus de 40^m. De très curieux phénomènes de cimentation se sont produits par places et peuvent faire croire à la présence d'alluvions anciennes emballées dans des dépôts morainiques récents.

Au lieu dit le Port-Neuf de Saint-Jean-de-Niost, l'érosion intense de l'Ain a éventré une autre moraine qui forme une falaise de 15^m à 20^m de hauteur. Dans le lit de la rivière affleure une marne feuilletée, légèrement micacée, gris bleuâtre, tout à fait analogue aux marnes de Saint-Cosme de la vallée de la Saône; comme a pu le constater avec moi M. l'abbé Béroud, qui a particulièrement étudié les dépôts de cette dernière vallée. Mais cette identité n'indique pas le synchronisme des dépôts; car les marnes pliocènes sont toujours, dans la région, à 20^m ou 30^m plus haut.

Comme à Saint-Cosme, les marnes feuilletées de Saint-Jean-de-Niost sont entremêlées de sables fossilifères. A la partie supérieure des marnes j'ai rencontré une Succinée et dans les sables deux *Helix* que M. Gaillard, du Muséum de Lyon, a reconnus pour être *H. arbustorum* et *H. hispida.* Les marnes sont disposées horizontalement et à cet endroit peuvent avoir de 7^m à 8^m d'épaisseur. Elles sont ravinées par la moraine qui doit être wurmienne elle aussi et qui cependant est recouverte de lehm très fossilifère, en particulier sur sa pente méridionale. Il y a à peine 50^{cm} de terre végétale. Au dire des ouvriers, les marnes reposent sur un cailloutis semblable à celui du haut; et de

(1) TARDY, *Le département de l'Ain à l'époque quaternaire* (*B. S. G. F.,* 3e série, t. III, p. 479).

(2) SCHAUDEL, *Les Alpes françaises à l'époque glaciaire,* traduction de quelques Chapitres de MM. PENCK et BRÜCKNER : Introdution, p. 6.

fait, depuis lors, j'ai trouvé dans la vallée de l'Ain un point où cette superposition est évidente et où la marne fossilifère est recouverte de 2^m de loess, sans couche rubéfiée par-dessus.

Pensant que ces marnes indiquaient la présence d'un ancien lac, j'ai cherché à savoir quelle pouvait être leur aire d'extension. En amont de Port-Neuf, on les retrouve au Raffour, au-dessous du hameau de Luisart, sur la rive gauche. Elles affleurent encore çà et là dans le lit de la rivière jusqu'au sud du Port-Galland; je citerai en particulier l'endroit appelé *la manche* vers le château de Gourdans. Ces marnes sont facilement discernables par la couleur vert très clair qu'elles communiquent au fond de la rivière et qui tranche fortement avec la teinte plus foncée du reste du chenal. Du Raffour à Port-Galland il y a environ 6^{km}. Si l'on suit vers l'Ouest la moraine de Port-Neuf jusqu'au hameau de Monétroï, on constate la présence de sources au pied de ladite moraine; de plus les puits ne descendent pas comme ils le font, plus au Nord ou plus au Sud, jusqu'au niveau de l'Ain pour rencontrer de l'eau; ils s'arrêtent à un niveau marneux et les puisatiers m'ont assuré que c'était une couche semblable à celle du Port-Neuf qui retient les sources. On pourrait peut-être admettre que le lac où se sont formées les marnes de Saint-Jean-de-Niost s'étendait sur 2^{km} de l'Est à l'Ouest.

Sur la rive gauche de l'Ain, en face de Port-Neuf, au village de Blyes, il n'y a que des graviers, mais plus bas vers le Bois des Terres et Riccoty, sur plus d'un kilomètre carré, on rencontre des dépôts de lehm fossilifère épais de 40^{cm} à 150^{cm}. Ils recouvrent, sur 100^m de longueur environ, sur la rive gauche de la rivière, au lieu dit Le Planet de Riccoty, 50^{cm} d'une marne gris verdâtre qui elle-même repose sur la moraine, dont les gros blocs deviennent très visibles plus en aval, en face du château de Gourdans. L'Ain remblaie fortement sa rive gauche de Blyes à la digue du Port-Galland, et d'après les habitants âgés, il y a une cinquantaine d'années, la rivière coulait presque entièrement sur un lit de marnes.

De ces faits il semble permis de conclure : 1° que, avant l'arrivée des glaces de l'époque wurmienne, l'Ain avait creusé son lit plus bas qu'il ne l'est actuellement; 2° que le lac de barrage occasionné par les moraines des glaciers s'est étendu 20^{km} environ plus bas que ne l'indique la Carte du glacier du Rhône dressée par M. Penck. Il est possible d'en trouver des vestiges aux environs de Saint-Jean-de-Niost, sur une longueur de 6^{km} et peut-être sur 2^{km} de largeur. Les fossiles rencontrés jusqu'à ce jour indiquent un âge relativement récent pour les dépôts marneux qui s'y sont succédé sur une épaisseur, encore visible à Port-Neuf, de 7^m à 8^m; 3° enfin, que le lehm ne semble pas être uniquement une formation interglaciaire, même dans la vallée du Rhône, puisqu'il se trouve en grande abondance et sur de grandes étendues en relation avec les moraines de l'époque wurmienne de Saint-Maurice-de-Gourdans, Saint-Jean-de-Niost et Blyes.

La séance est levée à 4 heures et demie.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 septembre 1907.

Institut de France. Académie des Sciences. *Rapport présenté, au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur, dans la séance du 5 août* 1907, par M. H. Poincaré. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Institut de France. Académie des Sciences. *Des empreintes digitales comme procédé d'identification;* Rapport présenté, au nom de la Commission nommée par l'Académie, dans la séance du 1er juillet 1907, par M. A. Dastre. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Institut de France. Académie des Sciences. *Notice sur Ossian Bonnet,* par M. Paul Appell. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-8°.

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. *Décades zoologiques. Reptiles,* n° 1. Hanoï, 1906; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Yves Delage.)

Ville de Paris. *Annales de l'Observatoire municipal* (Observatoire de Montsouris), publiées trimestriellement sous la direction des chefs de service. Tome VIII, année 1907, 1er fascicule. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-8°.

Société industrielle de Mulhouse. *Programme des prix proposés en assemblée générale les* 29 *mai et* 26 *juin* 1907, *à décerner en* 1908. Mulhouse, 1907; 1 fasc. in-8°.

Mécanisme de la rotation de la Terre, par le Dr Coste de Lagrave. Paris, A. Maloine, 1907; 1 fasc. in-12.

(A suivre.)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 SEPTEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE. — *L'emploi de l'acide arsénieux est-il préventif des trypanosomiases?* Note de MM. **A. Laveran** et **A. Thiroux**.

Dans un travail récent, MM. F. Lœffler et K. Rühs ont émis l'opinion que l'acide arsénieux avait des propriétés curatives et préventives tout à fait remarquables dans une des trypanosomiases les plus virulentes que l'on connaisse, le Nagana ([1]).

Il est démontré, depuis quelques années déjà, que les arsénicaux sont les médicaments les plus actifs que l'on puisse opposer aux trypanosomiases; il y aura lieu d'examiner si le mode d'emploi de l'acide arsénieux préconisé par MM. Lœffler et Rühs est aussi actif dans le traitement du Nagana que l'affirment ces observateurs; dans cette Note, nous nous proposons seulement de rechercher si l'acide arsénieux mérite, au point de vue de la prévention des trypanosomiases, la confiance que lui accordent MM. Lœffler et Rühs; ces auteurs vont jusqu'à comparer les effets préventifs de la solution arsénicale qu'ils emploient (solution d'acide arsénieux à 1 pour 1000) à ceux de la quinine dans le paludisme.

L'acide arsénieux ou l'arsénite de soude avaient été expérimentés déjà à plusieurs reprises au point de vue de la prévention des trypanosomiases et les résultats n'avaient pas été favorables.

([1]) F. Lœffler et K. Rühs, *Die Heilung der experimentellen Nagana* (*Deutsche mediz. Wochenschr.*, 1907, n° 34).

Le Dr Bruce a conclu de ses recherches, faites au Zoulouland, que l'acide arsénieux était tout à fait inutile comme prophylactique du Nagana. Des chevaux et un âne saturés d'arsenic ont contracté rapidement le Nagana quand on les a conduits dans des régions à tsétsé. Chez un chien, l'emploi préventif de l'arsenic est resté également sans effet (1).

L'un de nous a fait, avec M. Mesnil, des expériences sur l'emploi préventif de l'acide arsénieux dans le Nagana qui sont résumées comme il suit : « Nous avons constaté, comme Bruce, que l'arsenic n'avait pour le Nagana aucune vertu préventive. Les animaux traités préventivement par l'arsenic s'infectent aussi facilement et aussi rapidement que les autres et l'évolution de la maladie n'est pas modifiée (2) ».

Si peu encourageants que fussent les résultats antérieurs, nous avons voulu répéter les expériences de MM. Lœffler et Rühs en nous servant de la solution d'acide arsénieux préconisée par ces observateurs et en l'administrant comme eux, à l'intérieur et aux mêmes doses.

D'après Lœffler et Rühs, il faudrait employer des doses de 6^{mg} à 10^{mg} par kilogramme de cobaye, *per os*, pour prévenir l'infection et le médicament devrait être donné tous les 5 jours. Nous pensons que l'administration répétée du médicament ne s'impose que lorsqu'il y a des infections répétées ou que du moins on peut craindre celles-ci. En tous cas, Lœffler et Rühs donnent les observations de deux cobayes qui, après avoir reçu, *per os*, 8^{mg} à 10^{mg} par kilogramme d'acide arsénieux, ont été inoculés de Nagana 2 jours après l'ingestion, non répétée, du médicament et qui ne se sont pas infectés (cobayes 871 et 872).

Nous sommes arrivés à des résultats différents, comme le prouvent les deux expériences suivantes. Nous avons expérimenté, il est vrai, avec des trypanosomes appartenant à d'autres espèces que le trypanosome du Nagana employé par Lœffler et Rühs; mais, comme il s'agit de trypanosomes moins virulents que *Tr. Brucei*, nous pensons que cette différence ne peut donner que plus de poids aux résultats que nous avons obtenus.

Expérience I. — Un cobaye du poids de 430^{g} reçoit le 6 septembre, par voie stomacale (au moyen d'une sonde œsophagienne), 4^{cm^3} de la solution d'acide arsénieux à 1 pour 1000, soit $9^{mg},3$ par kilogramme.

---

(1) D. Bruce, *Rapports sur le Nagana*, 1895-1896.

(2) A. Laveran et F. Mesnil, *Trypanosomes et Trypanosomiases*, Paris, 1904, p. 175.

Le 7 septembre, le cobaye qui a bien supporté la solution arsénicale est inoculé, sous la peau, avec le trypanosome du Surra.

Les examens du sang du cobaye faits du 12 au 18 septembre sont négatifs.

19 septembre. On trouve dans le sang du cobaye des trypanosomes très rares qui se multiplient les jours suivants.

Le cobaye est alors utilisé pour une expérience de traitement.

Expérience II. — Un cobaye du poids de 320^{g} reçoit le 6 septembre, *per os*, 3$^{cm^3}$ de la solution arsénicale, ce qui représente 9^{mg},2 d'acide arsénieux par kilogramme.

Le 8 septembre, c'est-à-dire 48 heures après l'ingestion d'acide arsénieux, le cobaye est inoculé sous la peau avec un trypanosome du Togo (virus fort de Martini).

Du 10 au 15 septembre, l'examen du sang du cobaye est négatif.

Le 16 septembre on note, à l'examen du sang, des trypanosomes rares dont le nombre augmente les jours suivants.

Le cobaye est utilisé ensuite pour une expérience de traitement.

L'incubation a été de 12 jours chez le premier cobaye et de 8 jours chez le second; il est possible que chez le premier cobaye l'évolution du parasite ait été retardée un peu par l'acide arsénieux.

Un cobaye du poids de 520^{g} auquel on avait fait ingérer le 6 septembre 5$^{cm^3}$ de la solution arsénicale, soit 9^{mg},5 d'acide arsénieux par kilogramme, est mort intoxiqué; on peut donc dire que les doses données aux cobayes I et II (9^{mg},3 et 9^{mg},2 par kilogramme) sont des doses très fortes, très voisines des doses toxiques. L'inoculation des trypanosomes pathogènes faite 24 heures ou 48 heures après l'ingestion de ces doses très fortes d'acide arsénieux ayant déterminé l'infection des animaux en expérience, on peut, croyons-nous, en conclure que les propriétés préventives de l'acide arsénieux sont nulles ou bien faibles; trop faibles en tous cas pour être utilisées dans la pratique.

En admettant que l'acide arsénieux puisse exercer une action préventive sur les trypanosomiases dans les conditions spécifiées par MM. Lœffler et Rühl, cette action ne saurait être comparée à celle de la quinine administrée préventivement contre le paludisme. Les doses de quinine qui suffisent à prévenir la fièvre palustre sont des doses faibles, non toxiques, qui peuvent être administrées sans inconvénient pendant plusieurs mois, tandis que les doses d'acide arsénieux qui devraient être données, soit à l'homme, soit à des animaux domestiques, à en juger par les doses employées pour les cobayes, seraient rapidement suivies d'accidents d'intoxication. Chez les animaux de boucherie, l'emploi prolongé de l'acide arsénieux aurait, en outre, l'inconvénient de rendre la viande et surtout les viscères (foie principalement) toxiques.

Nous croyons donc que l'emploi préventif de l'acide arsénieux contre les trypanosomiases (trypanosomiase humaine ou trypanosomiases des animaux domestiques) ne doit pas être conseillé.

Au point de vue du traitement des trypanosomiases, il y a un enseignement à tirer des expériences sur l'action préventive de l'acide arsénieux. Ces expériences montrent que, déjà au bout de 24 heures, chez un animal ayant reçu une forte dose d'acide arsénieux, la quantité du médicament existant dans le sang ou dans la lymphe n'est plus suffisante pour empêcher la pullulation des trypanosomes; l'acide arsénieux qui n'a pas été éliminé est fixé sans doute sur les tissus. Il paraît donc indiqué, quand on emploie l'acide arsénieux dans le traitement de la trypanosomiase, de donner les doses à intervalles aussi courts que le permet la toxicité de ce médicament, afin que le milieu intérieur reste dans un état défavorable à la culture des trypanosomes.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Recherches sur les lois de l'action de la lumière sur les glycosides, les enzymes, les toxines, les anticorps.* Note de MM. **Georges Dreyer** et **Olav Hanssen**, transmise par M. Lippmann.

Malgré le grand nombre de recherches faites, on n'a réussi que dans un nombre restreint de cas à constater les lois des actions chimiques de la lumière.

Qu'au dedans de certaines limites, les réactions de lumière soient soumises à la loi de l'influence des masses, c'est ce qui a été démontré pour le dédoublement de l'acide oxalique par Eber et Lemoine, etc., pour celui de l'acide iodhydrique par Bodenstein, pour celui du chlore liquide par Witwer, pour la formation du gaz phosgène du chlore et de l'oxyde de carbone par Wilderman, pour l'oxydation de la quinine au moyen de l'acide chromique par Goldberg.

De plus, Stator a montré la même chose pour la combinaison du chlore avec le benzol. Enfin, dans des recherches étendues, Luther et Weigert se sont occupés de la validité de la loi de l'influence des masses pour la transformation de l'anthracène en dianthracène.

Il y a des corps pour lesquels la réaction est monomoléculaire, d'autres pour lesquels elle est bimoléculaire.

Au contraire, malgré les recherches nombreuses faites, depuis Downes et Blunt, sur l'action de la lumière sur les ferments, les toxines, les antitoxines et les glycosides, tant en ajoutant des corps *photodynamiques* (Tappeiner) qu'en ne les ajoutant pas,

aucun savant (Schmidt-Nielsen, Tappeiner et ses élèves, Jodelbauer, Busck, Noguchi, etc.) n'a étudié les lois de l'action affaiblissante de la lumière sur ces corps.

L'objet de nos recherches a été d'obtenir une série de déterminations quantitatives susceptibles d'un traitement numérique.

Nous avons examiné deux glycosides (la saponine et la cyclamine), trois enzymes (la présure, la trypsine, la papayotine), deux toxines (la ricine et l'abrine) et un immun-sérum (coli-agglutinine).

Pour ces corps, on en a mesuré la faculté hémolytique ainsi que leur pouvoir d'agglutiner le sang et les bactéries et leur action enzymatique. Les nombres des Tableaux ci-dessous indiquent les unités arbitraires de ces actions.

La source de lumière était une lampe de Bang munie d'électrodes d'argent refroidies par l'eau. Tous les éclairages sont faits dans des chambres de quartz placées au bain-marie et maintenues à la température constante de 15°-16°.

Voici le résultat de nos recherches :

1° La lumière affaiblit tous les corps nommés ci-dessus.

2° Cet affaiblissement était dû, avant tout, aux rayons ultra-violets retenus par le verre.

3° Cet affaiblissement progresse régulièrement sous l'action d'un éclairage continu. Si x exprime la quantité du corps qui a changé pendant un temps t et que k indique une constante, l'affaiblissement de tous ces corps s'exprime d'une manière très exacte par la formule de la réaction monomoléculaire $\frac{dx}{dt} = k(a - x)$.

Les trois Tableaux que voici serviront d'exemple :

	1 p. 100 de cyclamine	
Minutes d'éclairage.	observé $a - x$.	calculé $a - x$.
180......	74,0	74,9
120......	119,0	118,1
60......	185	186,3
50......	203	201
40......	217	216,9
30......	230	234,1
10......	274	272,5
0......	294	294

$k = 0,0033$

	1 p. 100 d'agglutinine	
Minutes d'éclairage.	observé $a - x$.	calculé $a - x$.
120......	13	13,8
90......	32	31
60......	70	69,5
50......	91	91,01
40......	120	119,1
30......	156	156
20......	205	204,2
10......	264	267,4
0......	350	350

$k = 0,0117$

Minutes d'éclairage.	Présure de 6 pour 100. Obs. $a-x$	Calc. $a-x$.
30	100	98,83
25	161	158,2
20	250	253,4
15	400	405,9
10	650	650
5	1050	1041
0	1667	1667

$k = 0,0409$.

4° Contrairement à ce qu'indique Noguchi, les deux glycosides examinés, la cyclamine et la saponine, se dédoublent en sucre, sous l'action d'un éclairage fort.

5° La lumière a la faculté de coaguler des liquides albumineux [1].

6° Pour les corps qui, sous l'action d'un éclairage prolongé, se troublent par suite de la coagulation des albumines, l'affaiblissement s'exprime aussi par la formule de la réaction monomoléculaire en prenant en considération le changement de la transparence de la solution par unité de temps.

PHYSIQUE. — *Transformateur à fuites magnétiques et à résonance secondaire pour télégraphie sans fil.* Note de MM. **Gaiffe** et **Gunther**, transmise par M. d'Arsonval.

La combinaison des fuites magnétiques et de la résonance secondaire donne dans les transformateurs des particularités de fonctionnement fort intéressantes en même temps que d'incontestables avantages :

1° Dans ces transformateurs, malgré la possibilité des fuites magnétiques, le circuit secondaire se laisse traverser sans aucune difficulté par le flux créé par l'enroulement primaire, car le flux secondaire est en phase avec le flux primaire lorsqu'on charge des capacités.

2° Du fait de la résonance qui s'établit entre les capacités à charger et l'enroulement secondaire, le flux qui traverse ce dernier enroulement croît à chaque période jusqu'à une valeur très supérieure au flux créé par l'en-

(1) Nos recherches déjà achevées sur ce phénomène, qui, autant que nous sachions, n'a pas encore été indiqué, sont déjà publiées.

roulement primaire et qui n'est limitée que par la grandeur des pertes par effet Joule et par hystérésis et courant de Foucault.

3° Une surtension considérable apparaît donc au circuit secondaire, surtension analogue à celle que l'on obtient avec les transformateurs industriels ordinaires par le moyen d'une self-induction intercalée dans le primaire de ce transformateur.

4° Le supplément de flux secondaire apporté du fait de la résonance ne peut traverser le primaire qui lui fait écran magnétique, de sorte qu'aucune surtension n'est à craindre ni dans le primaire du transformateur, ni dans la source.

5° Il est donc possible de donner au noyau de fer du primaire du transformateur une section considérablement plus faible que celle nécessaire pour le noyau de fer secondaire puisque les flux qui les traversent sont très différents.

6° De tout ce qui précède il résulte qu'aucune des brusques variations du régime secondaire provoquées par l'éclatement des étincelles ne peut réagir sur le primaire du transformateur, ni sur la source qui l'alimente.

7° A cause des fuites magnétiques une mise en court-circuit accidentelle du transformateur ne présente aucun danger ni pour le transformateur, ni pour la source.

BOTANIQUE. — *Observations sur les affinités et l'évolution des Chicoracées.* Note de M. **Léon Dufour**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On énonce une vérité banale en disant que l'on doit se fonder, pour classer les plantes, sur les caractères qui restent constants lorsque varient les multiples conditions extérieures auxquelles peut se trouver soumis un végétal dans le cours de son développement.

C'est dans les diverses parties de la fleur et du fruit que l'on rencontre les caractères les plus fixes; aussi est-ce avec beaucoup de raison que les botanistes utilisent surtout les organes floraux pour définir les groupes de divers degrés établis dans la classification végétale.

Mais il existe d'autres organes auxquels on devrait aussi faire souvent appel, parce qu'ils présentent, comme les fleurs, la propriété de se développer vite et dans des conditions généralement assez constantes. Je veux parler d'abord des cotylédons qui acquièrent dans la graine même leurs

caractères essentiels, ensuite des premières feuilles qui souvent existent déjà à l'état d'ébauches dans la graine et se développent à la germination.

J'ai étudié ces organes chez les Chicoracées, sous-famille des Composées.

Je me suis demandé si l'étude des cotylédons et des feuilles primordiales ne permettrait pas de mettre en évidence des ressemblances ou des différences nouvelles et, par suite, d'établir des groupements fondés sur des caractères plus importants que ceux actuellement employés.

En faisant germer un grand nombre de Chicoracées, j'ai constaté que les cotylédons sont constitués suivant deux types très distincts :

Dans le premier type, de beaucoup le plus répandu, les cotylédons ont une longueur totale qui ne dépasse guère 20^{mm}; leur pétiole est quelquefois très net, mais le plus souvent il s'élargit progressivement dans sa partie supérieure et devient difficile à délimiter du limbe. Celui-ci est plus ou moins ovale; dans les genres où l'on trouve les formes les plus élancées, sa longueur n'est au plus que de trois à quatre fois sa largeur.

Parmi les genres qui présentent cette forme de cotylédons, on peut citer : *Cichorium, Lactuca, Sonchus, Crepis, Taraxacum, Hieracium*, etc.

Le second type est plus rare; il comprend les genres *Scorzonera, Tragopogon, Geropogon, Podospermum*. Les cotylédons sont très longs, très étroits, non pétiolés. Ils atteignent environ 50^{mm} à 60^{mm} de long et seulement 2^{mm} à 3^{mm} de large. Leur forme et leur longueur sont donc bien différentes de celles du type précédent.

Cette forme crée une affinité étroite entre les genres qui la possèdent. Remarquons d'ailleurs que ces genres sont déjà rapprochés dans la classification ordinaire. Mais on ne fait de leur ensemble qu'une division de second ordre dans les Chicoracées, une sous-tribu, en invoquant, pour établir ce groupe, cet unique caractère que les barbelures des poils de l'aigrette sont entremêlées. Un tel caractère est évidemment moins important que ceux tirés de la forme et de la taille des cotylédons.

On pourrait donc distinguer dans les Chicoracées, comme groupes de premier ordre, les *Brachycotylées* (type Laitue) et les *Leptocotylées* (type Salsifis).

Dans ce dernier groupe le genre le plus différencié au point de vue de ses feuilles, le plus évolué est évidemment le *Podospermum* dont les feuilles définitives sont découpées, tandis qu'elles restent simples chez les *Scorzonera* et les *Tragopogon*.

Étudions maintenant les Chicoracées du premier type. Ce groupe est formé, d'après ce qui précède, de l'ensemble des Chicoracées dont on retranche une des sous-tribus. Il en résulte que les autres tribus et sous-tribus subsistent entièrement. Mais ces tribus, dont les caractéristiques sont empruntées uniquement à la forme de l'akène, présentent entre elles diverses transitions, comme nous allons le voir en étudiant les feuilles primordiales.

Les genres les plus différents, pris dans les diverses tribus, présentent la même forme générale de feuilles primordiales. Ces feuilles sont pétiolées, entières ou à peine dentées; leur limbe s'amincit progressivement, en se rapprochant de son insertion, et se prolonge insensiblement en forme d'ailes le long du pétiole. En particulier, les feuilles des genres *Cichorium, Hypochœris, Thrincia, Chondrilla, Lactuca, Barkhausia* se ressemblent beaucoup entre elles, bien que ces genres appartiennent à des sous-tribus, ou même à des tribus différentes. On trouve de même des rapprochements à faire entre les *Leontodon* et les *Taraxacum*, les *Helminthia* et les *Lactuca*, etc.

Les Chicoracées du type brachycotylé paraissent donc former une série de formes très voisines les unes des autres, ayant eu sans doute pour origine un type de plantes à feuilles entières, et rappellent encore ce type, au début de leur développement par leurs premières feuilles.

Ajoutons que les divers genres ou, dans un même genre, les diverses espèces sont plus ou moins avancées dans la voie évolutive.

Par exemple le *Chondrilla juncea* possède des feuilles primordiales larges entières, un peu dentées, puis des feuilles très découpées et, finalement, les lobes latéraux du limbe allant en diminuant de nombre et de largeur, il n'existe plus que des feuilles entières très étroites et très allongées, qui ont fait donner à cette espèce le nom qu'elle porte. Les *Lactuca* au contraire se sont arrêtées au stade de feuilles très découpées.

Autre exemple : les premières feuilles de *Sonchus asper* ont un limbe ovale et un long pétiole; dans les feuilles qui suivent le limbe devient de plus en plus allongé relativement à sa largeur, et il se prolonge en forme d'ailes étroites le long du pétiole; bientôt ces ailes deviennent plus larges, s'étendent jusqu'à l'insertion de la feuille et forment à la base du limbe deux prolongements appelés *oreillettes*. Ces oreillettes, chez le *Sonchus asper*, sont assez développées et contournées en hélice dans la feuille qui caractérise le mieux l'espèce. Si l'on compare, aux feuilles successives du *S. asper*, celles d'une autre espèce, le *S. arvensis*, on observe une série analogue de formes; mais l'évolution est poussée moins loin; en particulier les oreillettes n'atteignent pas le même degré de différenciation. On peut donc dire que le *S. asper* passe par les mêmes phases que le *S. arvensis*, mais qu'il poursuit plus loin son évolution, puisque ses feuilles franchissent un stade qui reste l'état définitif des feuilles de *S. arvensis*.

Le genre *Chondrilla* dériverait donc vraisemblablement du genre *Lactuca*, et l'espèce *Sonchus asper* de l'espèce *Sonchus arvensis*.

En résumé, on rencontre chez les Chicoracées des cotylédons de deux formes : les uns sont ovales; les autres très allongés et très étroits. Cette différence, dans des organes d'une origine aussi précoce chez les végétaux, nous semble avoir plus d'importance que celles que l'on emploie ordinairement pour établir des divisions de premier ordre dans les Chicoracées.

D'autre part l'étude comparée des feuilles primordiales révèle une origine commune pour des plantes actuellement rangées dans des tribus très différentes et fournit des indications importantes sur l'évolution relative des genres et des espèces.

BOTANIQUE. — *Sur l'origine pluricarpellaire du pistil des Lauracées.* Note de M. **Marcel Mirande**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La plupart des botanistes actuels, se rangeant principalement à l'opinion de Payen et de Baillon, admettent que le pistil des Lauracées est formé d'un unique carpelle clos. Ce caractère fait dire à Baillon que les Lauracées sont aux Monimiacées ce que les Prunées et les Alchimilles sont aux autres Rosacées (*Hist. des pl.*, t. II, p. 459). Cependant, en 1833, Nees d'Esenbeck (*Systema Laurinarum*) admettait que ce pistil est formé de trois carpelles. C'était aussi l'opinion, en 1864, de Meissner (*Prod. de Candolle*). C'est encore l'avis d'Eichler, auquel Pax semble aussi se rallier volontiers (Engler et Prantl, III. Th., 2. Ab.). Ce dernier auteur rapporte que dans un cas tératologique un *Sassafras* a présenté des fleurs à pistil formé de trois carpelles séparés; il se base, d'autre part, sur les sutures plus ou moins saillantes dans l'ovaire, sutures auxquelles, dans quelques cas exceptionnels, il peut se produire une formation de graine; sur le stigmate souvent trilobé. Notons tout de suite que la forme trilobée du stigmate ne peut en rien faire préjuger de la tricarpellie du pistil; cette forme est infligée par les pressions réciproques qui s'exercent, dans le bouton de ces fleurs généralement trimères, entre les pièces des divers verticilles; du reste, ainsi que nous le verrons plus loin, l'ovaire, quoique à trois carpelles, ne porte qu'un seul style et, par conséquent, un seul stigmate.

Dans mes recherches sur les Cassythacées (*Ann. Sc. nat.*, 9e série, t. II, p. 12), l'ovaire des *Cassytha*, étudié avec soin, m'a présenté d'une manière frappante des traces de son origine tricarpellaire qui captivèrent d'autant plus mon attention que, pénétré de l'opinion classique actuelle de la mono-

carpellie des Lauracées, j'ignorais encore les opinions contraires anciennement émises.

Un peu au-dessous de la base du style, les coupes montrent un orifice triangulaire bordé par trois lèvres épidermiques qui représentent les bords soudés de trois carpelles ouverts oppositisépales, c'est-à-dire l'un postérieur, les deux autres antéro-latéraux. Cet orifice, central tout d'abord, devient de plus en plus excentrique à mesure qu'on s'élève vers la base du style, pour finir enfin par s'ouvrir à l'extérieur par une simple fente placée en avant de la fleur dans son plan de symétrie. Il existe donc un canal débouchant antérieurement à la base du style et faisant communiquer la loge ovarienne avec l'extérieur. L'ovule unique est suspendu à l'intérieur de cette loge sur le bord interne et antérieur de ce canal ovarien.

Quelle est la signification de ce canal ovarien? La voici, telle qu'elle se déduit d'une étude attentive. Des trois carpelles constituant le pistil, seul, le carpelle postérieur se continue jusqu'au sommet par son style et son stigmate. Les deux carpelles antérieurs ont un style très réduit avortant après un court trajet. Les trois styles sont concrescents en une base stylaire commune jusqu'au niveau où avortent les deux styles antérieurs. Dans cette concrescence, les trois styles laissent entre eux un canal stylaire ainsi que cela a lieu le plus souvent; mais ici, au lieu de se poursuivre centralement jusqu'au stigmate, ce canal stylaire devient de plus en plus excentrique pendant l'avortement progressif des styles antérieurs, et finit par s'ouvrir en avant de la fleur, au point où viennent mourir les deux carpelles antérieurs et où se continue le style unique postérieur qui a pris un assez grand développement.

En résumé, l'ovaire des *Cassytha* montre clairement les traces de trois carpelles constitutifs dont un seul, le postérieur, se prolonge en style et en stigmate. Le canal ovarien s'ouvrant à la base du style unique persistant, placé dans le plan de symétrie de la fleur et faisant communiquer la loge ovarienne avec l'extérieur, n'est autre qu'un canal stylaire incomplet se terminant au niveau où viennent s'éteindre les deux carpelles antérieurs.

Cette observation m'a donné l'idée de rechercher si, dans les Lauracées en général, on peut retrouver les traces d'une semblable organisation. J'ai pu étudier les genres *Cinnamomum, Phœbe, Persea* (Cinnamomées); *Cryptocarya, Aydendron, Endiandra* (Cryptocaryées); *Ocotea* et *Nectandra* (Ocotées); *Tetranthera, Litsea, Laurus* (Tétranthérées); *Hernandia,* tribu des Hernandiées. Toutes les tribus de cette famille étaient donc représentées à l'exception des Gyrocarpées et des Illigérées.

Dans le pistil de tous les genres, on retrouve les traces de trois carpelles formateurs, ne serait-ce que par l'existence de ce canal ovarien stylaire décrit plus haut. Ce canal s'ouvre au-dessus de l'ovaire à un niveau plus ou moins élevé suivant les genres et parfois les espèces, suivant que les carpelles antérieurs s'éteignent plus ou moins haut.

Dans *Nectandra angustifolia*, par exemple, ces carpelles se terminent très rapidement et le canal débouche brusquement au-dessus du point de suspension de l'ovule. Dans le *Laurus nobilis*, généralement, le canal est en partie oblitéré par la concrescence des trois styles et son ouverture est marquée par un simple cul-de-sac à la base du style unique persistant. Dans les *Cinnamomum*, on peut suivre pendant un trajet assez appréciable les deux styles antérieurs, aussi le canal ovarien s'ouvre-t-il assez haut; en outre, le style latéral droit s'évanouit avant le style gauche, ce qui rend irrégulière l'ouverture extérieure du canal ovarien. Il en est de même dans les genres *Phœbe* et *Persea*.

L'unique style persistant, fortement replié en gouttière, placé plus ou moins excentriquement, est parcouru antérieurement par un sillon qui, vers le sommet, s'évase en un cornet stigmatique. Le tissu conducteur du style qui, dans les plantes en général, se forme dans le canal stylaire en un cordon central allant jusqu'au-dessous du stigmate, s'installe, ici, faute de canal stylaire complet, au fond de cette gouttière stylaire unique. Dans quelques genres, les faces de la gouttière deviennent concrescentes; dans ce cas, le cordon conducteur reste isolé au fond de la gouttière et parcourt la région dorsale du style jusqu'à l'échancrure stigmatique. Ce cordon débouche plus ou moins haut dans le canal ovarien.

Notons qu'à l'extérieur, dans beaucoup d'espèces (*Cinnamomum, Laurus*, etc.), l'ovaire jeune présente, en avant, des saillies longitudinales visibles à l'œil nu, finissant parfois en un bec en arrière duquel débouche le canal ovarien par une ouverture que Baillon avait prise pour un simple cul-de-sac. Ce sont les traces, désormais expliquées, de l'avortement des deux styles antérieurs.

En résumé, on devra désormais considérer le pistil des Lauracées comme formé, non par un unique carpelle clos, mais par plusieurs carpelles ouverts et généralement par trois, un postérieur et deux latéro-antérieurs. Seul, le carpelle postérieur se continue en style et en stigmate, acquérant ainsi, grâce à l'avortement des deux autres, un plus grand développement. C'est surtout la considération de ce style unique qui avait établi jusqu'à ce jour l'opinion erronée de la monocarpellie des Lauracées.

PATHOLOGIE. — *Au sujet du rôle de la rate dans les trypanosomiases.* Note de M. A. **Massaglia**, présentée par M. Laveran.

La question du rôle de la rate dans les trypanosomiases a été récemment l'objet d'intéressantes recherches de la part de MM. Rodet et Vallet [1],

(1) A. Rodet et G. Vallet, *Comptes rendus*, 28 mai 1906 et 22 juillet 1907 et *Arch. de Méd. expérim. et d'Anat. pathol.*, juillet 1906.

Laveran et Thiroux ([1]). J'ai repris, à l'Institut Pasteur, quelques-unes des expériences ayant pour but de rechercher si la rate possède des propriétés trypanolytiques spéciales, suivant l'opinion émise par MM. Rodet et Vallet, et je me propose de résumer, dans cette Note, les principaux résultats de ces expériences.

I. *État des trypanosomes dans la rate.* — 1° *Préparations faites par le procédé de MM. Laveran et Thiroux.* — Chez un animal qui vient de mourir de trypanosomiase, on pique la rate avec une pipette; on fait des frottis avec le liquide qui pénètre dans la pipette, on sèche, on fixe et l'on colore avec le liquide de Giemsa. Dans les préparations ainsi faites, on trouve des trypanosomes nombreux et en bon état, à peu près comme dans les frottis faits avec des morceaux du foie pris chez le même animal. Il est à noter seulement que, dans les préparations de rate, on trouve des noyaux de trypanosomes inclus dans de gros mononucléaires en plus grand nombre que dans les préparations de foie.

2° *Préparations faites par le procédé de MM. Rodet et Vallet.* — La rate d'un animal qui vient de mourir de trypanosomiase est sectionnée, on racle la surface d'une des sections avec un bistouri, la pulpe est mélangée à un peu d'eau physiologique et l'on fait, avec le mélange, des frottis qui sont séchés, fixés et colorés. Dans ces préparations, le nombre des trypanosomes en mauvais état est toujours beaucoup plus grand que dans les frottis faits directement avec un morceau du foie.

J'ai employé concurremment les deux procédés chez les mêmes animaux; il résulte des observations que j'ai faites que le procédé de MM. Rodet et Vallet favorise l'altération des trypanosomes.

II. *La virulence des trypanosomes disparaît-elle plus rapidement dans la rate que dans le sang et dans les autres organes?* — Pour contrôler les faits sur lesquels MM. Rodet et Vallet s'appuient pour soutenir que la virulence des trypanosomes disparaît plus rapidement dans la rate que dans les autres organes, j'ai institué les expériences suivantes.

1° Un cobaye infecté avec un trypanosome du Togo (virus fort de Martini), arrivé à une période avancée de la maladie et ayant de nombreux trypanosomes dans le sang, est sacrifié le 12 août. On recueille, dans le cœur, 4^{cm^3} de sang qui sont mélangés à 8^{cm^3} d'eau physiologique citratée; d'autre part, la rate est broyée dans une égale quantité de la même eau. Les deux mélanges sont mis à la glacière afin d'éviter l'action des bactéries sur le mélange formé par le broyage de la rate dans l'eau physiologique citratée, mélange qu'il était à peu près impossible de préparer avec pureté. De 6 heures en 6 heures, on inocule à des souris blanches des quantités égales de chacun des deux mélanges.

Le mélange rate + eau physiologique est encore infectant au bout de 24 heures.

Le mélange sang + eau physiologique est encore infectant au bout de 29 heures.

Les deux mélanges perdent leur virulence, le premier après 24 heures, le deuxième

---

([1]) A. Laveran et A. Thiroux, *Comptes rendus*, 1er et 29 juillet 1907, et *Annales de l'Institut Pasteur*, août 1907.

après 29 heures, différence faible, en somme, et qui s'explique par ce fait que les trypanosomes étaient nécessairement plus nombreux dans le second que dans le premier.

2° Une expérience semblable a été faite sur un cobaye fortement infecté de Surra. Cette fois le mélange sang + eau physiologique citratée et le mélange rate + eau physiologique citratée sont restés virulents aussi longtemps l'un que l'autre. Pour les deux mélanges, la virulence pour les souris n'a disparu qu'à la 41e heure.

Dans cette deuxième expérience j'ai suivi, au microscope, la disparition progressive des trypanosomes dans les deux mélanges. De la 35e à la 40e heure de l'expérience, les trypanosomes mobiles ont été trouvés plus nombreux dans le mélange rate + eau physiologique que dans le mélange sang + eau physiologique. A la 41e heure, on ne voyait plus de trypanosomes mobiles ni dans l'un ni dans l'autre des mélanges.

De ces expériences on peut conclure que la virulence des trypanosomes ne disparaît pas plus vite dans la rate que dans le sang et que l'extrait de rate ne possède pas, *in vitro,* d'action trypanolytique.

III. *Évolution du Surra chez des chiens dératés.* — Une chienne pesant 5^{kg} est dératée le 20 août 1907. Le 29 août, la plaie est bien cicatrisée. La chienne est inoculée de Surra, sous la peau, en même temps qu'une chienne du poids de $6^{kg},500$ devant servir de témoin. Les deux animaux reçoivent la même quantité de virus.

Le 6 septembre on note, dans le sang de la chienne dératée, l'existence de trypanosomes très rares; le 9 septembre, les trypanosomes ont augmenté de nombre; les 10 et 11 septembre, l'examen du sang est négatif. Du 12 au 20 septembre, les trypanosomes se multiplient dans le sang; ils sont très nombreux le 20 septembre; le 21 septembre, la chienne est trouvée morte. Elle pèse $4^{kg},150$. La rate a été enlevée complètement; il n'y a pas trace de péritonite.

La chienne servant de témoin montre des trypanosomes dans son sang dès le 3 septembre; les parasites augmentent de nombre (8 au 11 septembre), disparaissent les 12 et 13 septembre, puis augmentent progressivement de nombre jusqu'au jour de la mort. Les 20 et 21 septembre, les trypanosomes sont très nombreux. Le 23 septembre, la chienne est trouvée morte; elle pèse $5^{kg},600$; la rate, fortement hypertrophiée, pèse 65^{g}.

Il est à remarquer que le témoin a été pris avant le chien dératé et que la crise trypanolytique a eu lieu, chez les deux animaux, dans les mêmes conditions.

Le chien dératé est mort 23 jours et le témoin 25 jours après l'inoculation, c'est-à-dire que la survie a été à très peu près la même. Il n'y a pas lieu de tenir compte d'une différence de 48 heures, étant donné que, chez des chiens normaux, inoculés de Surra dans des conditions identiques, on observe souvent des différences plus grandes dans la durée de la maladie.

Une autre expérience, faite sur un chien dératé et sur un chien normal servant de témoin, a donné des résultats incomplets parce que, la suture ayant cédé, le chien dératé est mort de péritonite au onzième jour de la maladie. Dans cette deuxième expérience, la présence des trypanosomes dans le sang avait été constatée 48 heures plus tôt chez le chien dératé que chez le témoin.

Il ressort de mes expériences que les trypanosomes recueillis dans la rate, avec les précautions nécessaires, se présentent avec les mêmes carac-

tères que ceux qui proviennent d'autres viscères; que la virulence des trypanosomes ne disparaît pas plus vite dans la rate des animaux morts de trypanosomiase que dans le sang de ces animaux; que l'extrait de rate ne détruit pas, *in vitro*, les trypanosomes; enfin que chez le chien dératé l'évolution du Surra est la même que chez le chien normal; je crois donc pouvoir conclure, comme l'ont fait déjà MM. Laveran et Thiroux, que la rate n'a pas de propriété trypanolytique spéciale.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la nature chimique de la matière colorante fondamentale des urines.* Note de M. S. **Dombrowski**, présentée par M. Arm. Gautier.

Les recherches sur la matière jaune, ou pigment fondamental, des urines, recherches commencées déjà en 1799 par L. Proust, continuées par Berzélius, Lehmann, Schorling, Liebig, Marcet, Scheier, Harley, Fischborne, F. Schunck, Tudichum et Garrod, n'ont encore abouti à aucun résultat définitif.

La découverte des acides protéiques [1], produits azotés et sulfurés jusque-là méconnus, provenant de la désassimilation des matières albuminoïdes de l'économie, a fait entrer la solution de ce problème difficile dans une nouvelle voie.

En effet, la matière colorante fondamentale des urines contient beaucoup de soufre, ce qui tend à la rapprocher des acides protéiques. Celle que nous avons préparée par les procédés qu'on va indiquer offre tant de similitude et de rapports avec le pigment jaune auquel Tudichum et Garrod ont donné le nom d'*urochrome*, que nous conserverons ce nom à la matière colorante étudiée par nous, bien que nos observations changent complètement les idées qu'on s'était faites jusqu'à ce jour aussi bien sur la nature chimique de cette substance que sur son origine et sur le mécanisme de sa formation.

On obtient l'urochrome des urines fraîches ou concentrées dans le vide, débarrassées de leurs principaux sels, en les précipitant par l'acétate de cuivre à froid en milieu légèrement acide. On a préparé, pour les analyses élémentaires, les sels de calcium, d'argent et l'urochrome libre. La compo-

---

(1) S. Bondzynski, S. Dombrowski et K. Panek, *Sur un groupe d'acides organiques, contenant du soufre et de l'azote, principes des urines normales de l'homme* (*Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLVI, 1905, p. 83).

sition de l'urochrome est en moyenne la suivante :

$$C = 43,09 \text{ pour } 100; \quad H = 5,14 \text{ pour } 100; \quad Az = 11,15 \text{ pour } 100;$$
$$S = 5,09 \text{ pour } 100; \quad O = 35,53 \text{ pour } 100.$$

L'urochrome libre ainsi que ses sels sont amorphes. Ce corps, facilement soluble dans l'eau, moins aisément dans l'alcool à 90° centésimaux, ne se dissout pas dans l'éther, le benzol, le chloroforme.

L'urochrome est facilement décomposable : les alcalis à la température ordinaire en détachent le soufre légèrement lié, les sels ferriques sont réduits à l'état de sels ferreux, l'acide iodique à l'état d'acide iodhydrique.

L'urochrome contient un groupe pyrrolique qui se conduit à l'égard des composés diazoïques comme le pyrrol ordinaire. Les recherches de l'hémopyrrol, noyau de constitution de l'hémine et de l'urobiline, ont donné des résultats complètement négatifs; aussi ni la réduction de l'urochrome à l'aide d'iodure de phosphonium et d'acide iodhydrique, ni les conditions dans lesquelles se forme le composé disazo du pyrrol urochromique comparé à celles du disazohémopyrrol, étudié par L. Marchlewski et ses collaborateurs, n'ont démontré la présence d'hémopyrrol.

Le groupe pyrrolique de l'urochrome, exposé à l'air en solution alcoolique acide, se polymérise et donne une bande d'absorption dans le spectre identique à celle du pyrrol ordinaire polymérisé, étudié par J. Zalewski.

Soumis à l'action de la chaleur et de l'acide chlorhydrique, l'urochrome se dédouble en donnant un pigment noir, ou *substance uromélanique*.

En m'appuyant sur les propriétés de ce corps ainsi que sur sa composition élémentaire

$$C = 59,16 \text{ pour } 100; \quad H = 4,91 \text{ pour } 100; \quad Az = 9,69 \text{ pour } 100;$$
$$S = 3,55 \text{ pour } 100; \quad O = 22,69 \text{ pour } 100,$$

je considère la substance noire comme liée à la phymatorhusine éliminée de l'économie par les urines au cas de sarcomes mélaniques, et je rapprocherai ce nouveau corps de la série des pigments noirs qui se trouvent normalement dans certains tissus (corps muqueux de l'épiderme, cheveux, crins, cellules nerveuses, pie-mère, noir de seiche).

La quantité du pigment jaune urinaire, éliminée par l'économie en 24 heures, varie entre $0^g,4$ et $0^g,7$. Dans les maladies infectieuses, surtout celles qui sont caractérisées par la destruction profonde des substances albuminoïdes (par exemple à l'apogée de la fièvre typhoïde), l'urochrome augmente considérablement.

Le seul fait de la présence du soufre, comme élément constitutif de l'urochrome, démontre que ce corps ne dérive pas de la partie colorée de l'hémo-

globine ou de l'urobiline, comme l'affirmaient jusqu'à présent, sans preuves, Riva, Chiodera et A. Garrod. La composition de l'urochrome différente de celle de l'urobiline, la présence du noyau pyrrolique et non hémopyrrolique, le pigment mélanique qui en dérive, ainsi que ses variations quantitatives : tous ces faits témoignent de l'origine albuminoïde de l'urochrome.

La présence dans les urines normales d'une matière colorée sulfurée et le pigment mélanique qui en dérive doivent actuellement attirer l'attention sur ce groupe chromogène de la molécule albuminoïde (existant à côté de l'acide scatol-amino-acétique de Hopkins et Cole), dans lequel M. Nencki voyait les matériaux de structure des pigments mélaniques qu'il considérait déjà comme dérivant des transformations des substances albuminoïdes.

PHYSIOLOGIE. — *Le chlorure de sodium, sensibilisateur des ferments présurants végétaux.* Note de M. C. **Gerber** et M[lle] **S. Ledebt**, présentée par M. A. Giard.

I. *Action de doses croissantes de* NaCl *sur la coagulation du lait à une même température.* — Prenons comme exemple les sucs de *Broussonetia papyrifera* et de *Ficus carica* qui coagulent de préférence : le premier, le lait cru; le second, le lait bouilli.

Quantité de NaCl ajoutée à 1l de lait.	5cm³ lait bouilli, $\frac{1^{cm^3}}{80}$ suc Figuier. R (1).		5cm³ lait cru, $\frac{1^{cm^3}}{160}$ suc *Broussonetia*. R (1).		5cm³ lait bouilli, $\frac{1^{cm^3}}{30}$ suc *Broussonetia*.
g		m s		m s	
0,00	1	36	1	30.50	pas de coagulation après 360m
0,40	0,74	26.45	0,65	20.10	
0,80	0,65	23.30	0,59	18.25	
1,20	0,59	21.15	0,58	18.05	180m s
1,60	0,54	19.30	0,57	17.50	72
2	0,51	18.35	0,57	17.30	31
4	0,48	17.20	0,55	17.05	16
8	0,45	16.20	0,60	18.25	10.15
12	0,46	16.35	0,66	20.25	10.20
16	0,47	17.10	0,91	28.15	10.50
20	0,52	18.45	1,32	40.45	11.20
40	0,59	21.20	3,08	95.10	15.55
80	0,64	23.20	6,96	215	45

(1) R est le rapport des temps mis par le lait pour coaguler avec et sans chlorure de sodium.

Les expériences faites à 55° et consignées dans ce premier Tableau montrent que NaCl est un accélérateur très puissant de la coagulation du lait bouilli par les présures végétales. A la dose véritablement exagérée de 80^g par litre de lait, il est encore activant; il a suffi, d'autre part, de la faible dose de 1^g,20 pour sensibiliser un suc de *Broussonetia* inactif.

Ce sel est moins accélérateur vis-à-vis du lait cru, et son action activante, dans ce dernier cas, est beaucoup plus faible dans le cas du suc de Figuier qui coagule de préférence le lait bouilli, que dans celui du suc de *Broussonetia* qui agit surtout sur le lait cru. Aussi devient-il retardateur dès que l'on dépasse 2^g par litre de lait avec le Figuier, alors qu'à une dose huit fois plus forte (16^g), il commence seulement à agir défavorablement sur la coagulation par le *Broussonetia*.

Comment le sel marin agit-il? — L'action accélératrice de NaCl, beaucoup plus énergique vis-à-vis du lait bouilli que vis-à-vis du lait cru, plus riche en chaux, ne permet guère d'admettre une activation indirecte par l'intermédiaire de la chaux, semblable à l'activation indirecte de la trypsine de Delezenne, par les sels de magnésium. D'autre part, le précipité obtenu par dilution du suc de *Broussonetia* nous ayant donné des résultats identiques à ce dernier, il nous est difficile d'admettre une action indirecte du sel marin par l'intermédiaire de la sensibilisatrice que l'un de nous a montrée accompagnant les diastases coagulantes dans les sucs végétaux. Nous inclinerions donc volontiers à admettre l'hypothèse d'une action directe du chlorure de sodium.

II. *Action de la température de coagulation du lait et de la dose du suc présurant sur l'activation par le chlorure de sodium.* — Si l'on ajoute à 1^l de lait primitivement additionné des quantités de suc de *Broussonetia* nécessaires pour obtenir, à diverses températures, une même longueur de temps de coagulation en l'absence de sel marin, une certaine dose de ce dernier (8^g par exemple), on obtient un effet retardateur aux basses températures, accélérateur aux moyennes températures, quel que soit le lait; mais, aux températures élevées, l'effet redevient retardateur avec le lait cru, alors qu'il reste accélérateur avec le lait bouilli.

Il suffit de comparer le Tableau ci-dessous relatant ces expériences, avec le précédent :

Température de coagulation.	Dose du suc de *Broussonetia*.	Lait cru.			Dose du suc de *Broussonetia*.	Lait bouilli.		
		Na Cl 0^g.	Na Cl 8^g.	R.		Na Cl 0^g.	Na Cl 8^g.	R.
°		m s	m s			m s	m s	
70....	$\frac{1,5}{640}$ de cm³	8.25	13.20	1,56	$\frac{12}{640}$ de cm³	8.30	3.10	0,37
60....	$\frac{8}{640}$ »	8.15	7.30	0,89	$\frac{32}{640}$ »	8.10	2.30	0,31
50....	$\frac{12}{640}$ »	8.20	7.05	0,86	$\frac{40}{640}$ »	8.45	3.15	0,39
40....	$\frac{24}{640}$ »	8.10	7.20	0,90	$\frac{48}{640}$ »	8.15	4.40	0,56
30....	$\frac{96}{640}$ »	8.25	8.35	1,02	$\frac{96}{640}$ »	8.10	9.40	1,18
20....	$\frac{320}{640}$ »	8.30	14.05	1,66	$\frac{320}{640}$ »	8.40	13.30	1,56

pour voir combien sont voisines les courbes représentatives des phénomènes.

Si l'on compare les doses de chlorure de sodium, de suc présurant et les accélérations ou les retards dans la coagulation, dans les deux Tableaux, le parallélisme devient encore plus frappant.

Il semble que les températures interviennent, dans le second Tableau principalement, par les quantités différentes de suc présurant nécessaires pour amener la coagulation du lait à se produire, dans des temps égaux, en l'absence de chlorure de sodium.

L'expérience suivante, faite à 30°, avec des doses croissantes de suc de *Broussonetia*, montre d'ailleurs cette action prépondérante de la quantité de suc ajoutée sur la marche des phénomènes.

Doses de suc de *Broussonetia*.	Lait cru.			Lait bouilli.		
	Na Cl 8g.	Na Cl 2g.	Na Cl 0g.	Na Cl 8g.	Na Cl 2g.	Na Cl 0g.
	m s	m s	m s	m s	m s	m s
$\frac{2}{10}$ de centimètre cube...	6.05	5.15	4.35	7.10	6.35	6.10
$\frac{1}{10}$ » ...	10.55	10.40	10.20	12.20	15.20	20.30
$\frac{0,5}{10}$ » ...	18.25	21.30	23.30	23.50	55	125

Elle indique, en effet, que le chlorure de sodium est accélérateur pour les deux sortes de lait, quand les doses de suc ne sont pas trop fortes; mais qu'il devient retardateur dès que les doses dépassent certaines limites.

Il est probable que cette action particulière des doses fortes de suc est due aux substances qui accompagnent la diastase coagulante.

Une série d'expériences faites comparativement : 1° avec un suc de Figuier moins actif que celui de notre premier Tableau et dont, par suite, nous devions employer une dose cinq fois plus grande; 2° avec le précipité correspondant obtenu par dilution, nous a montré, en effet, que, tandis que le chlorure de sodium était retardateur à toute dose avec le suc, il devenait accélérateur avec le précipité contenant la diastase privée des substances qui l'accompagnent dans le suc.

Il nous paraît que ces dernières expériences expliquent l'opposition entre nos résultats et ceux observés par M. Javillier, qui donne le chlorure de sodium comme retardateur à toute dose. Cet auteur opérait avec une présure très peu active, ce qui l'obligeait d'employer une dose massive de suc (1^{cm^3},50). Rien d'étonnant à ce que les substances qu'il introduisait ainsi en même temps que la diastase aient joué un rôle assez important.

En résumé, le chlorure de sodium, à faible dose, accélère la coagulation du lait par les présures végétales. Il détermine même le phénomène quand la présure est en quantité trop faible pour agir seule. A forte dose, il retarde la coagulation du lait cru. Il se comporte donc, vis-à-vis des présures végétales, comme les sels de calcium vis-à-vis de la présure animale.

Cette action accélératrice sépare nettement les ferments présurants végétaux du labferment pour lequel, d'après les travaux de Duclaux et de Lorcher, le sel marin est retardateur à toute dose.

Des recherches en cours sur l'action des autres sels alcalins, poursuivies par l'un de nous, montrent que le chlorure de sodium est loin de constituer une exception.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 22 juillet 1907.)

Note de M. *E. Rengade,* Chaleurs de formation des protoxydes alcalins :

Page 236, ligne 24, *au lieu de* $Q_1 - 69$, *lisez* $Q_1 + 69$.
Même page, ligne 26, *au lieu de* R. Joannis, *lisez* M. Joannis.
Page 237, ligne 22, *au lieu de* $90^{Cal},0$, *lisez* $90^{Cal},8$.

Note de M. *Em. Vigouroux,* Sur les alliages de nickel et d'étain :

Page 247, ligne 18, *au lieu de* Ni^3Si, *lisez* Ni^3Sn.
Même page, ligne 38, *au lieu de* 50 pour 100, *lisez* 57 pour 100.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 OCTOBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue aux membres étrangers du Comité international des Poids et Mesures, présents à la séance.

M. **Haller** présente à l'Académie, au nom de M. *Charles Girard* et au sien, un Volume intitulé : *Memento du Chimiste*.

Ce recueil constitue, en quelque sorte, une réédition très développée de l'*Agenda du Chimiste* dont la carrière fut si utile et si féconde pendant la période comprise entre les années 1877 et 1897.

Dû à la collaboration d'hommes de science et de praticiens depuis longtemps versés dans toutes les questions de Chimie expérimentale et d'analyses, le Volume comprend :

1° Un premier chapitre renfermant tous les documents physiques et mathématiques indispensables au chimiste;

2° Un chapitre contenant des données analytiques relatives à la Chimie pure;

3° Des renseignements concernant la Chimie appliquée et quelques industries chimiques.

L'Ouvrage renferme enfin une Notice sur notre illustre confrère Charles Friedel qui, à la mort de Wurtz, assura la publication de l'*Agenda*, en complétant et renouvelant le comité de rédaction de ce recueil.

M. **Bouquet de la Grye** présente à l'Académie les Tomes I (1903) et II (1904) des *Annales du Bureau central météorologique*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° Emanuel Swedenborg, *Opera quædam aut inedita aut obsoleta de rebus naturalibus, nunc edita sub auspiciis regiæ Academiæ scientiarum Suecicæ : I. Geologica et Epistolæ*.

2° *Les oiseaux observés en Belgique :* II. *Ptilopaides ;* par M. Marcel de Contreras. (Présenté par M. Yves Delage.)

3° *Trente-sept années de fouilles préhistoriques et archéologiques en France et en Italie ;* par M. Émile Rivière.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de la comète Daniel* 1907 *d*. Note de M. **Jean Bosler**, présentée par M. H. Deslandres.

J'ai observé le spectre de la comète Daniel 1907 *d* avec le spectrographe à fente que MM. Deslandres et d'Azambuja avaient organisé en 1905-1906 sur la Table équatoriale de l'Observatoire de Meudon.

Ce spectrographe est à deux prismes : il est formé de pièces détachées que l'établissement possédait déjà et qui ne sont pas par suite toujours les plus appropriées au but à atteindre.

L'appareil reçoit la lumière d'un objectif astronomique de 4 pouces : le rapport final d'ouverture est de $\frac{1}{4,4}$. Le spectrographe tout entier peut tourner autour de l'axe optique de son collimateur, ce qui permet de rendre la fente parallèle à la queue de la comète.

Trois clichés ont été obtenus dans les nuits du 8 au 9, du 18 au 19 et du 19 au 20 août, avec des poses respectives de 40 minutes, 1 heure et 1 heure 10 minutes (plaques Lumière Σ). Au spectre de la comète avaient été juxtaposés deux spectres de comparaison du fer avec condensateur et self-induction.

L'épreuve du 20 est la plus faible vu les conditions atmosphériques. Nos clichés révèlent le spectre ordinaire des hydrocarbures avec un maximum d'intensité vers λ 469, les bandes n'étant, comme d'habitude, généralement pas délimitées nettement vers le rouge. On trouve aussi, bien indiquées, deux

bandes de cyanogène et de plus quelques radiations étrangères dont l'origine est incertaine.

Le Tableau suivant résume nos mesures. Les chiffres de la deuxième colonne sont proportionnels aux intensités; ceux de la dernière ont été pris dans Kayser et Runge : *Ueber die Spectren der Elemente.*

λ.	Intensité.	Origine.	λ.	Intensité.	Origine.
4948	1	»	4411	?	»
4811	1	»	4389	1	hydrocarbures 4382
4733	2	hydrocarbures 4737	4364	?	» 4365
4712	3	» 4715	4314	1	»
4693	4	» 4698	4250	1	»
4678	3	» 4685	4215	2	cyanogène 4216
4606	?	»	3883	2,5	» 3883
4544	1	voisine d'$H_{\gamma'}$ (Pickering)	3870	1	» 3871

Ces épreuves se rapportent seulement au noyau et à la tête : la queue proprement dite n'ayant rien donné. On voit que les bandes du cyanogène y sont moins fortes que les bandes bleues des hydrocarbures, alors que le contraire avait lieu sur les épreuves obtenues au même moment par MM. Deslandres et Bernard avec un prisme objectif. Les bandes du cyanogène sont pourtant bien chez moi plus longues que les autres. Ces différences sont dues à ce que les prismes employés ici, qui sont de couleur jaune, sont par suite peu transparents pour les rayons les plus réfrangibles. C'est aussi à ce défaut des prismes que l'on peut attribuer en grande partie le manque d'impression de la queue.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries trigonométriques.* Note de M. **Marcel Riesz**, présentée par M. Émile Picard.

M. Cantor a démontré le théorème suivant :

Une série trigonométrique convergeant en tout point de l'intervalle $(0, 2\pi)$ (*sauf peut-être en un ensemble réductible de points*) *vers la valeur nulle, a tous ses coefficients nuls.*

La démonstration repose sur un théorème de Riemann et sur un théorème de M. Schwarz, d'après lequel *une fonction continue* $f(x)$, *dont la dérivée seconde généralisée*

$$\lim_{h=0} \frac{\Delta^2 f(x)}{h^2} = \lim_{h=0} \frac{f(x+h) - 2f(x) + f(x-h)}{h^2}$$

s'annule identiquement, est une fonction linéaire.

La question suivante se pose :

Lorsqu'une série trigonométrique divergente est sommable par une autre méthode (par exemple par la méthode bien connue de M. Fejér) et sa somme *s'annule dans tout l'intervalle* (o, 2π) *(sauf peut-être en certains points exceptionnels), peut-on en conclure encore que tous ses coefficients s'annulent?*

Au premier moment il paraît que la réponse sera négative. En effet, M. Fejér a donné un exemple simple, la série

$$\frac{1}{2} + \cos x + \cos 2x + \ldots$$

dont la *somme* est nulle en chaque point, excepté les points o et 2π (¹).

On a pourtant les théorèmes :

Une série trigonométrique, dont les coefficients a_n et b_n sont tels que la série

$$\text{(A)} \qquad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{|a_n| + |b_n|}{n^2}$$

converge (²) *et dont la* somme *s'annule sans exception en tous les points de l'intervalle* (o, 2π), *a ses coefficients nuls.*

Les coefficients de la série tendant vers o *avec $\frac{1}{n}$, le théorème reste encore exact lorsqu'on admet un ensemble réductible de points exceptionnels.*

M. Fejér a généralisé le théorème de Riemann par le théorème suivant (³) :

Soit $\frac{1}{2}a_0 + \Sigma a_n \cos nx + b_n \sin nx$ une série trigonométrique qui est sommable au point x par le procédé de la moyenne arithmétique et y donne la valeur $f(x)$. En intégrant quatre fois terme à terme, on parvient à une série uniformément conver-

---

(¹) C'était M. Fejér lui-même qui a bien voulu attirer mon attention sur ce sujet.

(²) Donc, notre théorème subsiste s'il existe deux constantes c et α (où $\alpha < 1$), telles que

$$|a_n| \quad \text{et} \quad |b_n| < cn^{\alpha}.$$

D'ailleurs, il résulte d'une remarque de M. Fejér [*Untersuchungen über trigonom. Reihen* (*Math. Ann.*, t. LVIII, p. 63)] que pour les coefficients d'une série trigonométrique sommable, dans un intervalle, on a

$$\lim_{n=\infty} \frac{a_n}{n} = 0, \quad \lim_{n=\infty} \frac{b_n}{n} = 0.$$

On voit donc les séries pour lesquelles notre théorème est douteux.

(³) Fejér, *loc. cit.*, p. 68.

gente F(x) *pour laquelle on a*

$$\lim_{h=0} \frac{F(x+4h)-4F(x+2h)+6F(x)-4F(x-2h)+F(x-4h)}{16h^4}$$
$$=\lim_{h=0}\left[\frac{1}{2}a_0+\sum_{n=1}^{\infty}(a_n\cos nx+b_n\sin nx)\left(\frac{\sin nh}{nh}\right)^4\right]=f(x).$$

Nous allons généraliser maintenant le théorème de M. Schwarz et cette généralisation, jointe à ce théorème de M. Fejér, fournira la démonstration de notre énoncé :

Une fonction continue F(x) *admettant en tout point d'un intervalle une dérivée seconde généralisée continue* (¹) *et une dérivée quatrième généralisée*

$$\Phi(x)=\lim_{h=0}\frac{\Delta^4 F(x)}{h^4}$$
$$=\lim_{h=0}\frac{F(x+2h)-4F(x+h)+6F(x)-4F(x-h)+F(x-2h)}{h^4},$$

la quantité $\frac{\Delta^4 F(x_0)}{h^4}$ *est comprise entre les limites inférieure et supérieure de* Φ *dans l'intervalle* (x_0-2h, x_0+2h) (I).

On démontrera d'abord le lemme suivant :

La dérivée quatrième généralisée d'une fonction satisfaisant aux conditions énoncées est positive ou nulle en tout point où la dérivée seconde a un minimum, et négative ou nulle en tout point correspondant à un maximum.

Pour la démonstration on se servira du théorème suivant de M. *Hölder* (²) :

Si une fonction continue $f(x)$ *a en tout point une dérivée seconde généralisée* $\varphi(x)$, *la quantité*

$$\frac{\Delta^2 f(x_0)}{h^2}=\frac{f(x_0+h)-2f(x_0)+f(x_0-h)}{h^2}$$

sera comprise entre les limites inférieure et supérieure de φ *en* (x_0-h, x_0+h).

Ayant démontré notre lemme nous considérons la fonction F(x) aux points x_0-2h, x_0-h, x_0, x_0+h, x_0+2h. Alors il existe un polynome de quatrième degré P(x) tel que F(x) − P(x) = o pour les cinq points considérés. Un calcul élémentaire donne que P(x) doit être de la forme

$$P(x)=\frac{\Delta^4 F(x_0)}{24h^4}x^4+ax^3+bx^2+cx+d.$$

(¹) De la continuité il suit que c'est une dérivée seconde au sens ordinaire.

(²) Hölder, *Zur Theorie der trigonometrischen Reihen* (*Math. Ann.*, t. XXIV, p. 183). — Voir aussi : Lebesgue, *Sur les séries trigonométriques* (*Ann. de l'École Norm.*, 1903, p. 458) et *Leçons sur les séries trigonométriques*, p. 6.

La différence $F(x) - P(x)$ a au moins deux maximums et deux minimums entre $x_0 - 2h$ et $x_0 + 2h$; de plus deux points correspondant à un maximum sont toujours séparés par un point qui donne un minimum et inversement. A un maximum correspond une valeur négative ou nulle et à un minimum une valeur positive ou nulle de la dérivée seconde $F''(x) - P''(x)$. Donc cette dérivée a au moins un maximum et un minimum à l'intérieur de l'intervalle $(x_0 - 2h, x_0 + 2h)$ et de ce fait joint à notre lemme on conclut aisément notre théorème I.

On a comme cas particulier une généralisation immédiate du théorème de M. Schwarz.

Toute fonction continue elle-même et admettant une dérivée seconde continue (1) *et une dérivée quatrième généralisée partout nulle est un polynome de troisième degré.*

De plus des théorèmes analogues peuvent se démontrer pour d'autres dérivées généralisées.

De notre énoncé on déduit, comme le fait M. Lebesgue dans un cas analogue, les conséquences suivantes :

Si, pour les coefficients $a_n + ib_n$ *d'une série de Taylor la somme* $\sum \frac{|a_n + ib_n|}{n^2}$ *converge et la partie réelle (ou imaginaire) de cette série est sommable sur son cercle de convergence par la méthode de M. Fejér, la partie réelle (ou imaginaire) de la série à l'intérieur du cercle reste comprise entre les limites inférieure et supérieure des valeurs prises sur la circonférence.*

Lorsqu'une série trigonométrique toujours satisfaisante à notre condition (A) *est sommable en tout point de l'intervalle* $(0, 2\pi)$ *et y donne une fonction bornée* $f(x)$, *elle est série de Fourier de la fonction* $f(x)$ *(la notion d'intégrale étant prise dans le sens de M. Lebesgue).*

Ce théorème, *généralisation du théorème de Dubois-Reymond, comprend comme cas particulier notre généralisation du théorème de M. Cantor.*

Le cas des coefficients tendant vers zéro, où l'on peut admettre des points exceptionnels, ne comporte aucune difficulté, car en tout point on a $\lim \frac{1}{h^3}\Delta^4 F(x) = 0$.

---

(1) La fonction égale à x^2 pour des valeurs $x \geq 0$ et à $-x^2$ pour des valeurs $x < 0$ montre très nettement que notre restriction concernant la continuité de la dérivée seconde est nécessaire.

GÉODÉSIE. — *Sur l'exécution d'une chaîne géodésique de précision dans les Alpes de Savoie*. Note de M. **Paul Helbronner**, présentée par M. Michel Lévy.

Nos triangulations de 1903, 1904, 1905, 1906, qui avaient porté sur les massifs d'Allevard, des Sept Laux, de la Belle Étoile, des Grandes Rousses, de Belledonne, des Arves, de Taillefer, du Pelvoux, des Écrins, des Cerces et du Thabor, s'étaient encadrées dans le réseau du premier ordre du Dépôt de la guerre dont nous avions pris six sommets comme seules bases de nos travaux.

Nos triangulations, en arrivant au nord de la ligne Thabor-Goléon, ne trouvaient plus de points de départ semblables.

En effet, la grande triangulation du premier ordre français, ayant été effectuée dans les Alpes vers 1830, la Savoie se trouvait, à ce moment, en dehors de ses limites. Il est vrai que l'État-major sarde exécutait un peu plus tard une triangulation de ces régions et qu'après l'annexion de 1860, le gouvernement français y reprenait des travaux géodésiques en vue d'étendre aux nouveaux départements le réseau de la carte de l'État-major. Nous avions espéré pouvoir tirer parti de ces triangulations dont quelques signaux subsistent encore; mais, après une étude approfondie, faite notamment sur les renseignements du Service géographique de l'armée, il fut reconnu que l'utilisation de ces travaux était impossible.

Dès lors, l'idée se développa dans notre esprit (presque immédiatement au retour de notre campagne 1906) de consacrer nous-même deux campagnes ultérieures à l'exécution d'une chaîne géodésique de précision, partant de nos triangulations déjà effectuées et traversant, du Sud au Nord, la Savoie et la Haute-Savoie pour aller rejoindre l'une des grandes chaînes du premier ordre français au nord du Léman.

Notre but était d'ailleurs double.

En premier lieu, nous voulions établir une chaîne de précision, dont les signaux, très importants et très régulièrement construits, serviraient de départs pour les triangulations intermédiaires que nous comptons continuer dans toutes les hautes régions des Alpes au nord des surfaces relevées dans les campagnes précédentes.

En second lieu nous cherchions à relier entre elles sept grandes chaînes géodésiques : 1° et 2° les deux chaînes du premier ordre français du parallèle de Bourges et de la méridienne de Strasbourg, ayant le côté commun,

Dôle-Mont-Tendre, dans le Jura; 3° la chaîne de la récente triangulation suisse par les sommets des Cornettes de Bise, des Voirons, de la Dôle, du Colloney et du Trélod; 4° la chaîne des points primaires de la triangulation de MM. H. et J. Vallot du massif du mont Blanc par les sommets du Buet, du Brévent, du mont Joly et de la Tête nord des Fours; 5° le réseau du premier ordre italien par les sommets de la Tête nord des Fours et du contrefort nord de l'Aiguille Rouge du mont Pourri; 6° la chaîne exécutée de 1822 à 1824 par les ingénieurs autrichiens et piémontais sous le nom de *Prolongement du parallèle moyen*, par les sommets du Bellachat, du mont Jovet, du Perron des Encombres, du Thabor et de Roche-Chevrière; 7° la triangulation du premier ordre français du quadrilatère Lyon-Aurant-Belley-le-Buis par les sommets du Thabor et du Goléon (1).

En conformité de ce programme, nous avons choisi les stations de cette chaîne méridienne de Savoie de façon à adopter d'une part, autant que possible, les axes des anciens signaux de ces diverses triangulations et, d'autre part, à en créer de nouveaux plus resserrés ou mieux disposés pour les triangulations intermédiaires ultérieures; ceux-ci sont en général situés sur des sommets plus élevés et souvent d'accès moins facile. Nous avons ainsi déterminé l'emplacement de 33 points stationnés et de 5 points intersectés entre la Dôle et le mont Tendre au Nord et le Thabor et le Goléon au Sud, ces derniers sommets situés dans la région nord de nos précédentes triangulations.

Nous avons abandonné la constitution d'une chaîne par triangles accolés pour prévoir celle par polygones à diagonales multiples, nous proposant de la décomposer ainsi en une série de figures dont le grand nombre de données surabondantes servira à une compensation par la méthode de Gauss; en chaque station nous avons donc été ainsi amené à prévoir quelquefois jusqu'à douze directions.

Le choix de l'instrument se fit d'accord avec MM. Henri Vallot et le lieutenant-colonel Bourgeois, chef de la Section de Géodésie au Service géographique de l'Armée, qui, grâce à la bienveillance de M. le général Berthaut, directeur de ce Service, put nous confier un des grands théodolites réitérateurs de Brunner. Nous avons considéré que cet instrument, comprenant deux caisses de 26^{kg} et de 20^{kg} et un pied de 12^{kg}, représentait, en effet, le poids maximum indivisible qu'il était possible d'emporter sur certains grands sommets des Alpes d'accès très long et très délicat. Nous avons fixé à 20 le nombre des réitérations, obtenant ainsi, par les 4 verniers, 80 lectures pour chaque direction.

---

(1) Deux autres sommets de notre chaîne de Savoie, le Môle et le Charvin, avaient été reliés en 1803 et 1804 par le colonel Corabœuf aux triangulations alors existantes et lui servirent à déterminer la hauteur du mont Blanc.

La reconnaissance et la construction des signaux, préparées depuis plusieurs mois, furent commencées dès le mois de mai et se poursuivirent simultanément aux observations. Les signaux sont en général exécutés en pierres sèches et ont la forme de troncs de pyramide quadrangulaire simples ou superposés, très régulièrement construits par assises horizontales. Leur hauteur varie de $2^m,50$ à $3^m,20$.

Sur quelques sommets dépourvus de pierres, les signaux sont constitués par quatre montants en bois solidement fixés dans le sol et réunis à leur partie supérieure par des lattes formant panneaux sur environ $1^m,50$ de hauteur. Leur élévation totale au-dessus du sol varie de $3^m,20$ à $4^m,30$.

La projection de l'axe de presque tous les signaux a été fixée dans le rocher naturel ou dans une pierre de grande dimension enterrée dans le sol, au moyen d'un repère tronconique en bronze de 30^{mm} de hauteur, de 50^{mm} de diamètre de base inférieure, de 40^{mm} de diamètre de base supérieure. Ces repères, scellés au ciment, portent sur leur face supérieure les lettres T. H. (triangulation Helbronner) et la date 1907. Une flèche indique de plus la direction approximative du Nord vrai et servirait à reconnaître un dérangement ultérieur.

La première campagne d'observations de cette chaîne méridienne de Savoie commença le 12 juin et vient de se terminer le 28 septembre. Sur 33 stations prévues, 26 sont complètement terminées.

Ce sont : *Phare de Ripaille* (alt. E.-M., 390; 14-17 juin); *Dent d'Oche* (alt. E.-M., 2225; 18-20 juin); *Voirons* (alt. E.-M., 1486; 24-26 juin); *Cornettes de Bise* (alt. E.-M., 2438; 27-28 juin); *Môle* (alt. E.-M., 1869; 3-4 juillet); *Mont Billiat* (alt. E.-M., 1907; 9-12 juillet); *Hauts Forts* (alt. E.-M., 2466; 13-14 juillet); *Roc d'Enfer* (alt. E.-M., 2245; 15-17 juillet); *Buet* (alt. E.-M., 3041; 19-20 juillet); *Tête du Colloney* (alt. E.-M., 2691; 23-25 juillet); *Pointe Percée* (alt. E.-M., 2752; 28-29 juillet); *Pic de Jallouvre* (alt. E.-M., 2438; 30 juillet-1er août); *Mont Joly* (alt. 2525; 3-4 août); *Tête Nord des Fours* (alt. 2761; 6 août), *Brévent* (alt. 2525; 8 août); *Roignais* (alt. E.-M., 3001; 12-13 août); *Sommet de l'Aiguille Rouge du Mont Pourri* (alt. E.-M. 3237; 14-15 août); *Grande Casse* (alt. E.-M., 3861; 23-27 août); *Sommet de Belle Côte* (alt. E.-M., 3421; 28 août-6 septembre); *Aiguille de Péclet* (alt. E.-M., 3566; 7 septembre); *Dent Parrachée* (alt. E.-M., 3710; 8-10 septembre); *Mont Jovet* (alt. E.-M., 2563; 14-18 septembre); *Croix de Verdon* (alt. E.-M., 2744; 19-20 septembre); *Contrefort Nord de l'Aiguille Rouge du Mont Pourri* (*point géodésique franco-italien*) [alt. E.-M.-I., 2980; 21-22 septembre]; *Grand Mont* (alt. E.-M., 2696; 23-25 septembre); *Mont Charvin* (alt. E.-M., 2414; 26-27 septembre).

En général six à neuf guides et porteurs furent nécessaires pour amener sur les stations notre matériel pesant de 90^{kg} à 140^{kg}, suivant la durée du séjour et la nécessité du campement sous la tente avec toutes ses conséquences; plusieurs orages nous ont

d'ailleurs surpris et quelquefois le mauvais temps persistant nous en a chassé, nous forçant à faire l'ascension complète deux fois.

Nous avons exécuté à chaque sommet plusieurs tours d'horizon photographiques avec des éclairages différents et un grand nombre de téléphotographies. Il a été ainsi rapporté de cette campagne 70 douzaines de clichés.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectroscopes à miroirs.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

La substitution des miroirs aux objectifs est souvent employée, dans les spectroscopes, en vue d'éviter les changements de mise au point qui se produisent quand on passe d'une région à l'autre du spectre. L'une des dispositions que l'on peut adopter est la suivante. A leur sortie du collimateur (télescope), les rayons lumineux rencontrent le train de prismes, ou le réseau, destiné à les disperser. Ils tombent ensuite sur un miroir sphérique concave, placé à une certaine distance et réglé, tant en position qu'en orientation, de manière à les faire converger sur une plaque photographique, au niveau du plan passant par le centre de courbure du miroir et coupant, à mi-hauteur, les arêtes des prismes ou les traits du réseau.

J'ai été amené à étudier la meilleure position à donner à la face de sortie du dernier prisme traversé par la lumière, ou au réseau, pour obtenir un champ d'images aussi plan et aussi étendu que possible. Cette position n'est pas indifférente.

Il faut, pour atteindre le but cherché, que le centre N de la face de sortie du dernier prisme du train, ou le centre du réseau, soit disposé, entre le miroir et le milieu F du rayon de ce miroir passant par N, à une distance de F égale à 0,154 de la longueur focale. Les images se forment dans le plan focal qui passe par F. D'autre part, en appelant R le rayon de courbure du miroir, 2β la largeur du faisceau émergent des prismes, ou réfléchi par le réseau, et Δ la distance au point F de l'extrémité du champ utilisé dans le plan focal, la largeur d'une raie monochromatique, avec une fente d'ouverture évanouissante, satisfait à l'inégalité

$$\text{Largeur} < R\left[0,00102\left(\frac{2\Delta}{R}\right)^7 + 0,0595\frac{\beta}{R}\left(\frac{2\Delta}{R}\right)^4 + 0,866\left(\frac{\beta}{R}\right)^2\frac{2\Delta}{R} + \frac{1}{2}\left(\frac{\beta}{R}\right)^3\right].$$

Par exemple : pour $R = 2^{m},00$, $\Delta = 0^{m},24$, $\beta = 0^{m},02$, la largeur des raies est inférieure à $0^{mm},008$; pour $R = 5^{m},00$, $\Delta = 0^{m},22$, $\beta = 0^{m},04$, la largeur des raies est inférieure à $0^{mm},026$.

Ces exemples suffisent à montrer l'excellence de la disposition indiquée, quand on veut obtenir un spectroscope à champ plan étendu. Toutefois, si l'on ne se limite pas à des valeurs de Δ suffisamment petites, ces spectroscopes sont astigmatiques, c'est-à-dire que l'image d'un point de la fente est une petite ligne perpendiculaire à la direction de la dispersion.

On peut réaliser un spectroscope à miroirs non astigmatique, en plaçant la face de sortie du dernier prisme du train, ou le réseau, au centre de courbure du miroir de la chambre photographique. Mais, dans ces conditions, le champ n'est plus plan. Il a un rayon de courbure égal à la moitié de celui de ce miroir, et sa longueur atteint au plus la moitié de son diamètre. Les images sont d'ailleurs moins faciles à recueillir que dans l'emploi du dispositif que je viens de décrire.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la thermo-électricité du nickel (influence des métaux étrangers).* Note de M. **H. Pécheux**, transmise par M. J. Violle.

Lorsqu'on étudie la thermo-électricité d'un échantillon de nickel marchand, on est frappé de l'influence que subissent les résultats, du fait de l'existence, dans ce nickel, de quantités plus ou moins variables des métaux qui l'accompagnent dans les divers minerais d'où on l'extrait.

M. Ph. Harrison a, le premier, en 1902 (*Phil. Mag.*, 6e série, t. III) étudié les variations de la force électromotrice d'un couple nickel/cuivre constitué par des métaux marchands, mais il n'a pas indiqué la valeur du nickel étudié, au point de vue physique ou chimique.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLIII, sept. 1906), j'ai indiqué l'emploi, comme pyromètre industriel, d'un couple formé par le cuivre avec un nickel marchand, couple qui m'avait donné des résultats un peu différents de ceux de M. Ph. Harrison.

J'ai repris cette étude, afin d'essayer de me rendre compte de l'influence exercée, sur les résultats à obtenir, par la présence des divers métaux qui constituent les impuretés du nickel commercial. Les trois échantillons examinés seront désignés par les lettres suivantes : nickel (F.N), nickel (L) et nickel (P). Voici leur composition chimique en poids, déduite de l'analyse que j'en ai faite, et quelques indications d'ordre physique :

Échantillons.	Cuivre.	Fer.	Cobalt.	Carbone et silicium.	Impuretés au total.	Consistance.	Fusibilité.
Nickel (F.N)....	0,80 pour 100	traces	traces	0,20 pour 100	1 pour 100	dur, cassant	le plus fusible
Nickel (L)......	0,20 pour 100	traces	0,15 pour 100	néant	0,30 pour 100	mou	fusibil. interméd.
Nickel (P)......	traces	1,50 pour 100	0,50 pour 100	0,10 pour 100	2,10 pour 100	assez dur	le moins fusible

Le recuit augmente la dureté du nickel (F.N) et le rend plus cassant. L'influence des impuretés sur la fusibilité est suffisamment établie par le Tableau ci-dessus, lequel montre que le cuivre tend à faciliter cette fusibilité, plutôt que le carbone, et que le fer tend à la retarder; le carbone influe sur la dureté du métal.

J'ai fait un couple de chacun des trois nickels en question avec le cuivre pur, j'ai relié ce couple à un galvanomètre du type Deprez-d'Arsonval bien étalonné, par l'intermédiaire d'une boîte de résistances et d'un interrupteur à mercure; des précautions étaient prises pour éviter les forces électromotrices parasites. Les températures auxquelles était portée la soudure chaude étaient relevées à l'aide d'un thermomètre étalon à mercure (jusqu'à 300°) et d'un pyromètre platine/platine-iridié soigneusement étalonné.

Une fois chaque couple gradué ainsi, j'ai opéré par comparaison, en disposant deux couples de façon que leurs soudures soient très voisines, séparées seulement par une feuille d'amiante, et introduites dans un tube de porcelaine chauffé extérieurement par un four à gaz Mermet; les métaux étaient isolés à l'amiante l'un de l'autre dans chaque couple, et contre l'oxydation possible dans le tube de porcelaine.

Il résulte des chiffres obtenus qu'un couple Ni (F. N) Cu est *comparable* à l'un quelconque des deux autres couples; les résultats obtenus directement (en portant dans des bains à température connue), ne différant de ceux obtenus par comparaison que de 0,25 pour 100 en moyenne; et ceci, quelle que soit la vitesse de chauffe des soudures. La comparaison d'un couple Ni/Cu avec le pyromètre Pt/Pt-Ir est beaucoup moins certaine; il faut chauffer très lentement.

Voici les résultats obtenus avec trois couples à *soudure fraîche*, non recuits à l'avance. Les forces électromotrices E et les pouvoirs thermoélectriques moyens $\frac{\Delta E}{\Delta t}$ étant exprimés en *microvolts*, la courbe des forces électromotrices de chaque couple est à allure assez sensiblement parabolique, à courbure variable, avec un point maximum t_M et un point minimum t_m.

			E (μv).				$\frac{\Delta E}{\Delta t}$ (μv).			
Couples.	t_M^o.	t_m^o.	100°	t_M^o.	t_m^o.	640°.	100°.	t_M^o.	t_m^o.	640°.
Ni(F.N) — Cu......	240°	380°	2275	6150	9112	16050	25	28,75	17,50	35,71
Ni(L) — Cu........	235	398	2350	6033	9450	15667	25,40	30,55	15,83	32,91
Ni(P) — Cu........	220	366	2425	5538	8237	14012	25	26,81	14,13	25,52

Le Tableau qui précède montre facilement que les courbes des forces électromotrices des trois couples ne sont pas parallèles; l'ordre est, en effet, inversé, lorsqu'on passe de 100° à 640°; à partir de 402°, elles ne se coupent plus. L'*inversion* a lieu, entre le nickel (P) et le nickel (L), à 180°; entre le nickel (P) et le nickel (F. N) à 200°; enfin, entre les nickels (L) et (F. N), à 402°.

La température de *transformation moléculaire* du nickel impur (elle correspond à t^{o}_{m}) est plus basse pour le nickel (P) et plus élevée pour le nickel (L). Le nickel (F. N) se rapproche énormément du nickel étudié par M. Ph. Harrison.

Un *recuit* de 20 heures (jusqu'à 640°) élève la force électromotrice des couples, mais *inégalement;* sauf pour les nickels (F. N) et (P), dont l'inversion continue à avoir lieu à 200°; les forces électromotrices du couple Ni(L) Cu se relèvent un peu moins que celles du couple Ni (F. N) Cu, puisque leur inversion nouvelle se fait à 390° (au lieu de 402°). Après un tel recuit, les forces électromotrices des couples demeurent *constantes* et l'on peut alors les *graduer* à l'effet de les utiliser comme pyromètres industriels: ils demeurent constamment comparables à eux-mêmes.

Remarques. — L'existence simultanée du cuivre et du cobalt dans un nickel paraît produire *des écarts plus accentués* dans les variations de la force électromotrice. Il en est de même au point de vue de la *résistivité*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Migrations phényliques chez les iodhydrines aromatiques par élimination de* HI *sur un même atome de carbone.* Note de M. **M. Tiffeneau**, présentée par M. Haller.

Dans des Notes antérieures ([1]), j'ai proposé d'expliquer *la nécessité* des migrations phényliques chez les iodhydrines du type ([2]) général

$$R(Ar)—C(OH)—CHI—R'$$

([1]) *Comptes rendus,* t. CXLIII, p. 684; *Bull. Soc. chim.,* 3e série, t. XXXV, p. 1156.

([2]) Dans ce type général R et R′ peuvent être remplacés par H ou par un radical carboné quelconque; de sorte que cette formule générale représente les principaux types suivants d'iodhydrines : Ar — CHOH — CH^2I, Ar — CHOH — CHI — R′, R(Ar) — C(OH) — CH^2I et R(Ar) C(OH) — CHI — R′.

en admettant que l'élimination de HI s'effectue ([1]) sur un même carbone, de sorte que la transposition se formulerait comme suit :

$$R(Ar)-C(OH)-CHI-R' \xrightarrow{-HI} R(Ar)C(OH)-\underset{\|}{C}-R' \rightarrow R-CO-CH(Ar)R'.$$

Je suis parvenu à démontrer le bien-fondé de cette interprétation et à établir que le passage au terme final (cétone ou aldéhyde) s'effectue en deux phases distinctes : *l'une*, provoquée par l'élimination de HI, a pour effet la migration du groupe aromatique avec création d'une double liaison

$$R(Ar)C(OH)-C\,\overline{HI}-R' \rightarrow R-C(OH)=C(Ar)-R' \text{ (alcool vinylique)};$$

l'autre consiste simplement dans l'isomérisation de l'alcool vinylique intermédiairement formé

$$R-C(OH)=C(Ar)-R' \rightarrow R-CO-CH(Ar)R'.$$

La démonstration de ce mécanisme m'a été fournie par l'étude des éthers oxydes de ces iodhydrines [alkyliodhydrines R(Ar) C(O Alk) — CHI — R'] et spécialement par leur façon différente de se comporter vis-à-vis de NO^3Ag et de HgO. Le premier de ces réactifs élimine HI ([2]) en mettant en liberté NO^3H qui hydrolyse les produits de la transposition en les conduisant jusqu'aux termes aldéhydes ou cétones, exactement comme avec les iodhydrines non éthérifiées; HgO, au contraire, élimine HI en laissant le milieu neutre et, par conséquent, en ne touchant pas au produit de la transposition.

Parmi plusieurs cas typiques qui seront décrits par ailleurs, je citerai seulement celui de l'anéthol, parce que ses produits de transformation ont été interprétés différemment ([3]).

Traité en solution dans l'alcool éthylique à 96° ou absolu par HgO puis I, l'anéthol fournit l'éthyliodhydrine $OCH^3-C^6H^4-CH(OC^2H^5)-CHI-CH^3$ dont la structure est démontrée par sa transformation avec KOH alcoolique en éthoxyanéthol

---

([1]) Restriction faite pour le cas des iodhydrines $Ar-CHOH-CI\langle^{R}_{R'}$. [Voir page suivante note ([4]).]

([2]) Sous forme d'iodonitrate d'argent peu soluble AgI, $2NO^3Ag$.

([3]) Bougault, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXV, p. 516, 549.

$OCH^3 - C^6H^4 - C(OC^2H^5) = CH - CH^3$, bien connu et caractérisé par son hydrolyse en cétone $OCH^3 - C^6H^4 - CO - CH^2 - CH^3$.

Soumise à l'action d'une solution concentrée de nitrate d'argent (3^{mol}), cette éthyliodhydrine (en solution éthérée) se transpose, aussi facilement que l'iodhydrine correspondante $OCH^3 - C^6H^4 - CHOH - CHI - CH^3$, en aldéhyde paraméthoxyhydratropique

$$OCH^3 - C^6H^4 - CH(OC^2H^5) - CHI - CH^3 + 3NO^3Ag \text{ dissous}$$
$$= OCH^3 - C^6H^4 - CH(CH^3) - CHO + C^2H^5OH\,(^1) + AgI, 2NO^3Ag + NO^3H \text{ dissous.}$$

Si, au contraire, on agite la solution éthérée de l'éthyliodhydrine avec HgO, la réaction se limite à l'élimination de HI, qui provoque uniquement la *migration phénylique* et la *création d'une double liaison* (²),

$$OCH^3 - C^6H^4 - CH(OC^2H^5) - CHI - CH^3 \xrightarrow{-HI} CH(OC^2H^5) = C\begin{cases} C^6H^4 - OCH^3 \\ CH^3 \end{cases}.$$

L'éther-oxyde vinylique ainsi obtenu fixe Br^2; il bout à 269°-271°; $d_0 = 1044$; son homologue inférieur $OCH^3 - C^6H^4 - C(CH^3) = CH(OCH^3)$ bout à 262°-263°; $d_0 = 1065$. L'un et l'autre se transforment facilement par les acides (y compris NO^3H au quart) en aldéhyde *p.*-méthoxyhydratropique.

C'est donc bien par élimination de HI sur un même carbone que s'effectue la transposition des iodhydrines (³) du type général

$$R(Ar) - C(OH) - CHI - R' \; (^4).$$

(¹) C'est seulement avec l'amyliodhydrine dérivée du styrolène

$$C^6H^5 - CH(OC^5H^{11}) - CH^2I$$

que j'ai pu, dans l'action de NO^3Ag, observer, à côté de $C^6H^5 - CH^2 - CHO$, la présence d'alcool amylique sans formation appréciable de nitrate d'amyle; la liqueur contenait d'ailleurs sensiblement 1^{mol} NO^3H.

(²) Cette constatation expérimentale apporte une confirmation inattendue aux idées théoriques que j'avais émises sur les migrations par libération de 2 valences sur un même élément (*Revue gén. des Sc.*, 1907, p. 586-588 : Conférence au laboratoire Haller). C'est en effet exactement le même mécanisme que celui que j'ai proposé pour diverses migrations, parmi lesquelles spécialement celles que j'ai désignées sous le nom de *rétropinacoliques* (p. 587) (*Cf. B. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. I, p. 514).

(³) Les alcools vinyliques correspondant à ces iodhydrines non alkylées n'ont pas été isolés; mais nous savons qu'ils sont isolables; en effet, nous avons reconnu, M. Daufresne et moi, que le corps décrit comme anisylcyclopropanol n'est autre que l'alcool vinylique $OCH^3 - C^6H^4 - C(CH^3) = CHOH$; les cyclopropanols se forment dans d'autres conditions et ont des propriétés différentes.

(⁴) Quant aux iodhydrines $Ar - CHOH - CI = RR'$ qui m'avaient autrefois paru un

et la réaction transpositrice doit être formulée comme je l'ai exposé au début de cette Note.

ZOOLOGIE. — *Sur les phases du développement des Épicarides; vérification expérimentale de la nature des* Microniscidæ. Note de M. **Maurice Caullery.**

Les Épicarides, si diversifiés à l'état adulte, sont au contraire remarquablement homogènes dans leur développement. Tous éclosent à un stade isopode typique, dit *larve épicaridienne* (1), qui ne varie que dans des détails infimes. Une forme larvaire ultérieure, très uniforme aussi, est généralement désignée sous le nom de *larve cryptoniscienne :* c'est encore un Isopode typique, mais elle diffère beaucoup de la première. C'est à cette phase que les Épicarides se fixent à leur hôte.

Que se passe-t-il dans la période allant de la première à la seconde larve? G.-O. Sars (2) considère comme stades intermédiaires les formes décrites sous le nom collectif de *Microniscidæ* et regardées avant lui comme une famille indépendante d'Épicarides, parasitant les Copépodes. Ce sont de petits Isopodes, à appendices généralement réduits, que l'on trouve fixés sur des Copépodes pélagiques (*Calanidæ*). Sars base son opinion : 1° sur ce que des Micronisciens, appartenant manifestement à la même espèce, montrent, suivant leur taille, des différences de structure marquant les étapes successives entre les deux larves (apparition du 7e péréiopode, etc.);

---

obstacle à l'adoption du mécanisme démontré ci-dessus, l'examen de leur structure me fait penser qu'elles se rattachent, non pas aux iodhydrines du type général ci-dessus, où l'élimination de HI laisse toujours subsister un oxhydrile moins résistant, mais plutôt aux glycols, puisque chez ceux-ci, comme chez les iodhydrines

$$\mathrm{ArCHOH - CI = RR'},$$

l'élimination du composé binaire H^2O ou HI s'effectue toujours sur le carbone le plus substitué et laisse subsister l'oxhydrile le plus résistant. Il y a donc vraisemblablement, comme pour les glycols, formation d'oxydes diéthyléniques qui se scindent avec migration d'après un mécanisme sur lequel je reviendrai ultérieurement.

(1) *Cf.* J. Bonnier, *Contribution à l'étude des Épicarides* (*Trav. Stat. Zool. Wimereux*, t. VIII, 1900).

(2) G.-O. Sars, *An account of the Crustacea of Norway*, t. II, *Isopoda*, 1899, Pl. XCII, p. 218-220.

2° sur ce que les divers types de Micronisciens offrent des caractères qui correspondent à ceux des larves des diverses familles d'Épicarides. Les Micronisciens ne seraient donc qu'une phase larvaire commune à tous les Épicarides, comprise entre les deux stades épicaridien et cryptoniscien et pendant laquelle l'animal vivrait sur un hôte provisoire (Calanide).

Ces conclusions n'ont pas été admises par J. Bonnier ([1]), dont les beaux travaux sur les Épicarides font légitimement autorité : il persiste à regarder les *Microniscidæ* comme une famille spéciale localisée sur les Copépodes. L'interprétation de Sars est cependant, suivant moi, suffisamment établie par les arguments morphologiques allégués. Nous avons eu l'occasion, M. F. Mesnil et moi, de faire à ce sujet une série d'observations parallèles à celles de Sars et aboutissant aux mêmes conclusions. J'ai vu récemment, en particulier sur un Calanide, une larve épicaridienne, appartenant sans doute aux *Bopyridæ* et n'ayant encore subi aucune transformation ; cette constatation indique bien que la phase microniscienne débute dès l'état de larve épicaridienne.

J'ai songé en outre à une expérience qui, en cas de résultat positif, me paraîtrait mettre absolument hors de doute l'interprétation de Sars : elle consisterait à produire expérimentalement des Micronisciens, aux dépens de larves épicaridiennes prises à un Épicaride connu. C'est ce que je viens de réaliser à Wimereux, avec un Entoniscien, *Portunion Kossmanni* Giard et Bonnier, parasite de *Platyonicus latipes* Pennant.

Ayant trouvé un *Portunion* dont les larves étaient prêtes à éclore, j'ai réparti celles-ci, comme toujours extrêmement nombreuses, en une série de cristallisoirs, où j'ai semé ensuite des Copépodes planktoniques, triés au microscope binoculaire et reconnus indemnes de Micronisciens.

L'expérience (dont les personnes présentes au laboratoire ont été témoins) a donné les résultats suivants :

1° Au bout d'une heure, de très nombreux Copépodes portent des larves de *Portunion* sur le thorax, dans les positions habituelles des Micronisciens.

2° Comme, dans les conditions de l'expérience, le milieu est restreint et les Copépodes peu nombreux par rapport aux larves épicaridiennes, non seulement la proportion des Copépodes atteints est considérable, mais chacun porte plusieurs larves (jusqu'à 6 ou 8).

3° La contamination n'atteint que certaines espèces de Copépodes, à l'exclusion d'autres, pourtant nombreuses en individus, dans les cristallisoirs. Dans mes expé-

([1]) *Loc. cit.*, p. 94, 178-186, 229.

riences, les larves de *Portunion* se sont portées uniquement sur les *Acartia* (*A. Clausii* Giesb., *A. discaudata* Giesb.), tandis que notamment *Centropages hamatus* Kröyer, *C. typicus* Lillj., *Cyclopina gracilis* Claus, *Euterpe acutifrons* Dana restaient toujours indemnes. Cette localisation correspond à ce que l'on observe dans le milieu naturel.

Les diverses expériences, tout à fait concordantes, montrent donc que, *dès son éclosion,* la larve épicaridienne de *Portunion Kossmanni* se porte sur certains Copépodes pélagiques *déterminés,* s'y plaçant tout à fait comme les Micronisciens observés librement dans le plankton. Je n'ai pu l'y voir accomplir de mues, à cause de la difficulté de conserver en bon état les Calanides pélagiques, qui meurent rapidement en captivité. Dans mes expériences, les larves n'ayant pas encore mué et encore mobiles ont quitté les Copépodes dès que l'état de ceux-ci a commencé à s'altérer : les cadavres étaient toujours abandonnés.

Il y aurait lieu de refaire la même expérience avec les Épicarides des autres familles. *Portunion Kossmanni* est le seul qui soit assez commun à Wimereux pour l'entreprendre : il me semble extrêmement probable qu'elle réussira aussi facilement avec d'autres.

Elle me paraît établir que les Épicarides, dès les premières heures de leur éclosion, recherchent les Copépodes pour y passer à l'état de Microniscieñs. Ceux-ci ne sont donc bien, comme l'a dit Sars, que les phases larvaires des divers Épicarides, comprises entre le stade épicaridien et le stade cryptoniscien. Il y aurait lieu de préciser si les Copépodes sont, dans ce cas, les hôtes provisoires de véritables parasites ou de simples véhicules, propres à la dissémination des Épicarides par la haute mer. Je crois les deux hypothèses également vraies.

Aucun des faits connus ne me paraît autoriser à admettre que, parmi les formes de *Microniscidæ,* actuellement décrites, il y en ait qui soient adultes et autonomes.

ZOOLOGIE. — *Sur la présence de Sarcoptides détriticoles* (Tyroglyphinæ) *dans les os longs de l'aile des Oiseaux.* Note de M. **E.-L. Trouessart**, présentée par M. Edmond Perrier.

On sait que les Oiseaux présentent à l'étude du naturaliste une très grande variété de parasites épizoaires. De plus, ces parasites, qu'ils soient de véritables parasites ou de simples commensaux ou mutualistes, pénètrent dans les organes internes, par les voies naturelles ou par effraction, de telle sorte que l'on en trouve non seulement dans le plumage et à la surface du

derme, mais aussi dans le tuyau des plumes (¹), dans le tissu conjonctif sous-cutané, intermusculaire et périvasculaire, dans les fosses nasales (²), les bronches, les sacs aériens et même dans la cavité des os longs. La grande majorité de ces parasites appartient au groupe des Acariens.

Vizioli (³) et, après lui, Paul Mégnin (⁴) ont trouvé, dans les bronches et les sacs aériens des Oiseaux (Poule domestique), un type de Sarcoptides très modifié par le parasitisme (*Cytodites nudus* Vizioli, ou *Cytoleichus sarcoptoïdes* Mégnin). Les organes buccaux (palpes, mandibules, hypostome) sont atrophiés et soudés en forme de suçoir et l'Acarien se nourrit exclusivement de la sérosité qui baigne continuellement la face interne des réservoirs aériens. Il pénètre également dans les os longs qui reçoivent de l'air par ces sacs.

Les Acariens, dont je signale aujourd'hui la présence dans les os longs de certains Oiseaux, appartiennent à un tout autre groupe, celui des Tyroglyphinés, dont les organes buccaux sont bien développés et très robustes. On sait que les Tyroglyphes vivent habituellement au milieu des matières animales ou végétales en décomposition, plus rarement sur ces mêmes matières vivantes, par exemple sur les œufs de Sauterelles et de Criquets, comme l'a constaté M. Künckel d'Herculais en étudiant la ponte du *Schistocerca americana* de la République Argentine. Le cas est ici encore plus intéressant.

Ayant reçu des Oiseaux de Colombie conservés par le formol et par suite impropres à toute préparation taxidermique, je résolus de les utiliser pour la recherche des Sarcoptides (*Analgesinæ*) qui vivent dans le tuyau des plumes, et d'étendre mes investigations aux os longs des membres. Sur un *Ara macao*, je trouvai le tuyau des rémiges primaires et même d'une partie des rémiges secondaires occupé par de petites colonies de *Dermoglyphus paradoxus* Trt., espèce assez commune chez les Perroquets américains. Ces Acariens, après avoir dévoré les cônes emboîtés qu'on nomme vulgairement l'*âme* de la plume, avaient laissé leurs cadavres dans le tuyau. Passant ensuite aux os de l'aile, les sciant ou les rompant par le milieu, j'en vis tomber, en quantité considérable, une matière pulvérulente rappelant par son apparence la poussière du bois vermoulu.

Examinée au microscope, cette poussière rougeâtre se montre constituée par

---

(¹) Trouessart, *Sur les Acariens qui vivent dans le tuyau des plumes des Oiseaux* (*Comptes rendus*, t. XCIX, 1884, p. 1130).

(²) Trouessart, *Sur les Acariens parasites des fosses nasales des Oiseaux* (*C. R. Soc. de Biologie*, 17 novembre 1894).

(³) Vizioli, *Giornal. Anat. e Fisiol.*, Pisa, 1870.

(⁴) P. Mégnin, *Les parasites et les maladies parasitaires*, 1880, p. 153.

d'innombrables déjections d'Acariens, au milieu desquelles on distingue des cadavres de Sarcoptides des deux sexes, des nymphes normales et hypopiales, des larves, des œufs et des peaux de mue, le tout démontrant que ces Acariens ont vécu dans ce réduit tubulaire un temps relativement très long, qu'ils y ont mué à plusieurs reprises et s'y sont reproduits. Je m'attendais à trouver ici la même espèce que dans le tuyau des plumes; à ma grande surprise, je reconnus qu'il s'agissait d'une espèce de Sarcoptides détriticoles du genre *Tyroglyphus* qui paraît nouvelle. Je propose de lui donner le nom de *Tyroglyphus antricola* nov. sp. On peut la caractériser brièvement ainsi :

TYROGLYPHUS ANTRICOLA n. sp. — Voisin de *T. mycophagus* Mégnin, mais les poils du tarse fortement épineux aux quatre paires de pattes; poil en massue de la face supérieure du tarse de la première paire flanqué de deux bâtonnets inégaux, le plus petit inséré à sa base antérieure, l'autre, un peu plus fort, en arrière, près d'un poil grêle. Ces deux caractères plus marqués chez le mâle que chez la femelle. Longueur du mâle : $0^{mm},50$; de la femelle : $0^{mm},70$ environ.

On trouve, au milieu de ces Tyroglyphes, des Acariens carnassiers (*Cheletes rapax* Oudms. et *Ch. alacer* Oudms.) qui se sont introduits à leur suite pour en faire leur proie.

Les os de l'aile d'un grand Cassique (*Gymnostinops guatimosinus*) du même pays contiennent une poussière semblable et le même Tyroglyphe, en colonies plus ou moins nombreuses.

Comment ces Acariens sont-ils parvenus à se loger dans les os longs des Oiseaux? D'après le procédé employé pour conserver ces derniers (en les imbibant de formol aussitôt après la mort), il est évident que les Tyroglyphes étaient déjà installés du vivant de l'Oiseau. On sait que les Perroquets nichent dans les trous d'arbres creux; les Cassiques construisent de longs nids en forme de bourse, tissés de fibres végétales et suspendus aux branches; dans les deux cas, les Tyroglyphes abondent au milieu des détritus qui s'amassent au fond de ces nids. C'est probablement pendant le sommeil de l'Oiseau qu'ils pénètrent, par les narines, dans les bronches, puis dans les sacs aériens, et enfin dans la cavité des os longs qui leur offre un abri à leur convenance. Si l'on admet que le genre de vie du *Tyroglyphus antricola* est le même que celui du *T. mycophagus*, on peut supposer que cette espèce se nourrit des champignons microscopiques et des spores que la respiration fait pénétrer, sous forme de poussières, dans les sacs aériens. Ces Acariens seraient donc de véritables mutualistes.

On peut rapprocher ce fait de celui que j'ai signalé en 1902 (1) et qui semble très rare. Un kyste de l'aine, opéré chez un jeune homme revenant

(1) TROUESSART, *Endoparasitisme accidentel chez l'Homme d'une espèce de Sarcoptide détriticole* (*Archives de Parasitologie,* t. V, 1902, p. 449-459, avec fig.).

de l'Inde anglaise, renfermait un liquide où, au milieu de nombreux spermatozoïdes, on trouvait jusqu'à 800 Tyroglyphes (*Histiogaster spermaticus* Trt.), dont la présence paraissait inexplicable. Connaissant l'habitude qu'ont ces Acariens de se loger dans des réduits étroits et obscurs, j'arrivai à démontrer que les progéniteurs de cette nombreuse colonie n'avaient pu être introduits dans les voies spermatiques que par le bec d'une sonde, et les renseignements fournis ultérieurement confirmèrent cette étiologie.

Pour en revenir aux Sarcoptides détriticoles des os longs des Oiseaux, il y aura lieu de rechercher si leur présence est habituelle ou seulement accidentelle, en s'adressant de préférence aux espèces qui nichent dans les arbres creux ou qui amassent dans leur nid des matières animales ou végétales formant ces détritus qui attirent les Tyroglyphinés.

ZOOLOGIE. — *Existence de statoblastes chez le scyphistome.* Note de M. **Edgard Hérouard**, présentée par M. Yves Delage.

On sait que certaines Méduses présentent dans leur développement une forme larvaire polypoïde appelée *scyphistome*, et que ce polype, après avoir vécu un certain temps en émettant des bourgeons nus à la façon des Hydres, se coupe en disques appelés *Ephyra* qui en se développant donnent la Méduse.

Une espèce de scyphistome, qui paraît être l'*Hydra tuba* de Dalyell, se développant librement dans un des bacs de l'aquarium du laboratoire de Roscoff, il m'a été permis de suivre l'évolution larvaire et de constater qu'à côté du bourgeonnement nu que l'on connaît, il en existe une autre sorte localisée sur un autre point du corps et formant non plus des bourgeons nus, mais des bourgeons enkystés possédant une vie latente et représentant de véritables statoblastes.

Le corps du polype présente deux régions distinctes : 1° une région inférieure occupant le tiers environ de la hauteur de la colonne, dépourvue de saccules et fixée au sol par le disque pédieux; c'est toujours aux dépens de cette région que se forment les bourgeons polypoïdes; 2° une région supérieure formée par les deux tiers restants, sur toute la hauteur de laquelle s'étendent les quatre saccules, et se terminant par le disque tentaculaire et aux dépens de laquelle se forment les *Ephyra*.

Les bourgeons nus naissent des parois latérales de la région inférieure, tandis que les bourgeons destinés à donner des statoblastes se forment uniquement sous le disque pédieux et sont contenus dans une enveloppe chitineuse complètement close.

Le scyphistome ayant atteint sa taille normale, c'est-à-dire pourvu de 18 tentacules environ, présente un disque pédieux plus étalé qu'à l'état jeune

et peut se déplacer en glissant très lentement sur le sol par un vague mouvement de reptation pseudopodique de la sole plantaire; ces déplacements n'ont lieu que de temps en temps et sont séparés par une période de repos; c'est pendant ce repos qu'a lieu la formation du statoblaste. A cet effet la sole plantaire, après avoir couvert la paroi sur laquelle elle repose d'un enduit chitineux, se creuse d'un sillon circulaire concentriquement au bord du disque pédieux et sur sa face adhérente; ce sillon devient de plus en plus profond, converge vers l'axe du corps en s'approfondissant et isole ainsi, au centre du disque pédieux, un bourgeon pédiculé complètement abrité par le pourtour du pied fixé au sol.

Pendant la formation du sillon, son ectoderme sécrète simultanément une lame chitineuse qui emprisonne le bourgeon et finit par étrangler son pédicule et celui-ci se coupe. Une fois ce bourgeon séparé du corps, l'orifice du kyste est obturé par un dépôt chitineux qui achève d'isoler complètement le bourgeon du milieu ambiant.

Le polype formateur s'éloigne alors de ce statoblaste, par glissement de sa sole pédieuse, à une distance variable, mais toujours faible, pour entrer ensuite dans une nouvelle période de repos. Souvent le déplacement est assez faible pour que le bord du disque pédieux soit encore en contact avec le statoblaste abandonné. Pendant cette nouvelle période de repos, un nouveau statoblaste est formé par un processus semblable à celui qui vient d'être décrit.

Suivant l'amplitude plus ou moins grande du déplacement du polype, le nouveau statoblaste peut être isolé, ou tangent au précédent, ou chevaucher légèrement sur lui. On peut, dans ce dernier cas, rencontrer des plaques formées de six à sept statoblastes imbriqués, mais les statoblastes isolés sont, néanmoins, eux aussi, en rapport avec ceux de la lignée à laquelle ils appartiennent, par l'intermédiaire de la lame chitineuse basilaire formant un enduit continu sur tout l'emplacement où le disque pédieux s'est déplacé.

Les statoblastes ont une forme conique surbaissée faisant saillie sur la lame basilaire. Chez les individus fixés sur une paroi verticale, les derniers statoblastes formés sont toujours situés plus haut que ceux formés précédemment.

Le temps nécessaire à la formation d'un statoblaste est une quinzaine de jours environ et il est à remarquer qu'un même polype peut former simultanément des bourgeons nus et des statoblastes.

Le bourgeon contenu dans le statoblaste possède une vie latente et l'arrêt

de son développement paraît être dû à son isolement du milieu ambiant, car, si l'on déchire expérimentalement la paroi kystique, le bourgeon se met à proliférer; j'ai pu constater par ce procédé qu'il donnait naissance à un polype.

Si l'on compare ces productions avec celles qui, dans le règne animal, semblent présenter avec elles quelque analogie, on est amené à penser que ce sont des bourgeons destinés à permettre à l'espèce de franchir une période critique à l'abri des influences néfastes; mais, contrairement à ce qui se passe d'ordinaire, la formation des statoblastes a lieu ici, non pas à la fin du cycle vital de l'individu, mais avant qu'il ait revêtu sa forme adulte; ces statoblastes sont donc destinés à assurer la conservation de la forme larvaire.

BACTÉRIOLOGIE. — *De la nécessité des cultures pour la recherche du gonocoque*. Note de M. **A. Guépin**.

Bien que cette notion ne serve guère encore, ce qui n'est d'ailleurs pas négligeable, qu'au pronostic et à la prophylaxie, il est de plus en plus nécessaire d'être fixé sur la présence ou l'absence du gonocoque dans les écoulements urétraux aigus et surtout chroniques, même sur les autres espèces microbiennes qui peuvent, dans une certaine mesure, expliquer leur apparition et leur ténacité. La bactérioscopie, que personne n'oublie désormais de confier à un chercheur compétent, suffit souvent dans les urétrites aiguës avec abondant écoulement urétral. En revanche, elle ne donne pas toujours de résultats probants lorsque l'écoulement est rare, l'infection ancienne et le canal irrité par les agents médicamenteux employés pour le traitement. C'est alors qu'il convient de faire systématiquement des cultures qui, tout en visant par une électivité relative le gonocoque en particulier, servent aussi à caractériser la nature microbienne du cas spécial envisagé. Ce qui doit être de règle pour les urétrites, prostatites, etc., l'est encore pour les métrites, arthrites, etc., en un mot, pour toutes les manifestations d'une infection à point de départ uro-génital.

Laissant au bactériologiste le choix de son milieu de culture personnel et sans décrire ici des techniques dont les détails ne m'appartiennent pas, je désire seulement attirer et retenir l'attention sur ce point capital : avant d'affirmer qu'un écoulement ou une sécrétion quelconque ne contient plus de germes pathogènes, il faut absolument avoir fait pratiquer bactérioscopie et cultures. Cette double épreuve de labora-

toire, à rapprocher des épreuves cliniques, peut seule, par son association avec ces dernières, autoriser le malade, dans l'état actuel de nos connaissances, à se croire tout à fait guéri.

Des exemples récents, tirés de ma pratique urbaine et hospitalière, serviraient au besoin à démontrer le bien fondé de cette opinion et je ne doute pas que le nombre s'en accroisse sans cesse, puisque les circonstances où les cultures ont été faites restent encore très exceptionnelles. Mais, alors que la bactérioscopie pratiquée à plusieurs reprises restait toujours négative, les cultures donnaient des résultats positifs, expliquant l'échec des traitements entrepris ou les rechutes de la maladie. Ailleurs, elles démontraient la présence d'une forme microbienne non incriminée d'habitude (entérocoque, etc.), association probable où le dernier germe venu dans les organes persistait et entretenait seul les phénomènes morbides.

Les recherches bactériologiques, sur lesquelles j'insiste aujourd'hui, ne dispensent point de l'examen clinique approfondi du malade; car elles ne servent encore que peu au traitement et même au diagnostic. En outre, il ne suffit pas d'envoyer au laboratoire des sécrétions recueillies n'importe comment. Il faut soumettre à l'analyse aussi bien les sécrétions spontanées que les produits glandulaires obtenus par expression des glandes, suivant la méthode que mes efforts soutenus, depuis plus de dix ans, ont rendue désormais classique et qui comporte, dans certains cas, le massage de la prostate; il convient de s'entourer, pour obtenir un résultat valable, de précautions très sévères.

La conclusion pratique et presque évidente sera formulée en quelques lignes :

L'absence du gonocoque (et de tout autre microbe pathogène) ne peut être aujourd'hui scientifiquement admise qu'après l'épreuve de la culture convenablement entreprise et poursuivie. Son résultat négatif n'est valable que si les épreuves cliniques sont également favorables au malade.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques nouvelles plantes du travertin de Sézanne*. Note de M. **René Viguier**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'étude que j'ai entreprise des moulages du travertin de Sézanne ([1]) m'a fourni, en dehors du genre *Sezannella* ([2]), une première série de types intéressants dont je donnerai dès maintenant une courte description.

([1]) Il s'agit de la collection réunie à la Sorbonne par Munier-Chalmas.

([2]) R. Viguier, *Sur l'organisation et la position systématique du genre* Sezannella (*Comptes rendus*, 6 mai 1907).

Tout d'abord, je citerai une plante que j'appellerai *Munierina eocenica*, représentée par un seul échantillon d'une fleur de grande dimension.

Cette fleur montre un large réceptacle en forme de plateau qu'on pourrait, à première vue, prendre pour un ovaire. Ce réceptacle est creusé de nombreux petits alvéoles correspondant certainement à l'insertion d'étamines. On distingue cinq pétales petits, orbiculaires, étroitement appliqués contre le réceptacle, et cinq sépales aigus, renversés, insérés sur le pédoncule. L'ovaire, qui se dresse au centre du réceptacle, est constitué par trois carpelles, légèrement concrescents par leurs bords, et portant chacun un court style libre.

Il est impossible de déterminer exactement la position systématique du genre nouveau auquel appartient cette espèce, les divers organes floraux n'étant pas suffisamment représentés sur cet échantillon. On peut, provisoirement au moins, considérer la plante comme appartenant au groupe des Renonculacées.

Des échantillons assez abondants d'un Fusain, que j'appellerai *Evonymus Haugii*, ont été moulés soit avec du plâtre soit avec de la cire.

Ce sont des capsules sphériques à quatre valves, ressemblant à celles de l'*Evonymus europæus* mais de taille plus réduite; ces capsules sont fixées sur de petits pédoncules grêles de 1^{cm} de long environ. L'axe principal d'inflorescence accompagne parfois les échantillons, mais je n'ai observé ni fleurs ni feuilles en continuité avec ces inflorescences.

Sous le nom d'*Armeria nuda*, je désignerai un petit capitule globuleux d'environ 12^{mm} de diamètre. Le moulage en cire n'est pas en parfait état de conservation; pourtant on peut voir qu'il est formé d'un grand nombre de fleurs disposées côte à côte, ayant chacune un long calice à cinq sépales.

L'*Hordeum gigas* est une nouvelle espèce représentée par de grands caryopses de plus de 10^{mm} de longueur, ayant tout à fait l'aspect des grains ou fruits des Orges.

Un des échantillons montre un fragment de fruit qui est certainement un akène d'Ombellifère. Ce fruit, comprimé latéralement, présente sur sa face dorsale deux rangées de piquants au voisinage de la ligne médiane, puis deux autres rangées au voisinage des bords. Par la forme et la disposition de ces piquants sur le fruit, et par l'aplatissement du fruit perpendiculairement à la cloison, cet akène doit être rapporté au genre *Caucalis* : ce sera le *Caucalis platyacantha*.

On connaît deux espèces de *Marchantia* du travertin de Sézanne : le *Marchantia Sezannensis* Brongniart, longuement étudié par de Saporta, qui

présente à l'extrémité des lobes du thalle de petits chapeaux, et le *Marchantia gracilis* Sap., thalle stérile à lobes étroits. Il existe dans la collection de la Sorbonne des moulages de *Marchantia Sezannensis* avec chapeaux sexués et portant des corbeilles à propagules admirablement conservées. Mais on trouve aussi des chapeaux sexués, dressés, isolés, appartenant à une espèce différente : ce sera le *Marchantia Munieri*. Le chapeau femelle, de 5^{mm} de diamètre, est plan à sa face supérieure ; il est découpé en huit branches. On distingue nettement, à la face inférieure de ce chapeau, les membranes entourant les archégones. Le pied est très grêle, cylindrique ; il n'a que 1^{cm} de long, mais, étant indépendant du thalle, on ne peut savoir exactement quelle est sa longueur. A côté du chapeau femelle mûr, on en voit un jeune, dont les rayons sont rabattus sur le pied comme dans les jeunes chapeaux du *Marchantia polymorpha*. Le chapeau mâle, de 1^{cm} de diamètre environ, présente une face supérieure convexe ; il est entier, mais parcouru par des sillons profonds.

En résumé, l'énumération et la courte description de ces quelques types offrent un intérêt particulier, car les groupes auxquels appartiennent la plupart de ces plantes sont rarement représentés à l'état fossile.

En outre, il est à remarquer que ces végétaux fossiles sont à rapprocher d'espèces qui existent actuellement dans la flore européenne.

M. **Paul Martin** adresse une Note intitulée : *Étude sur la gélivure et sur les variations de température de la tige des arbres.*

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 septembre 1907.

(Suite.)

Théorie du point, par le lieutenant-colonel P.-L. Monteil ; texte et atlas. Poissy, imp. Lejay fils et Lemoro, 1907 ; 1 vol. et 1 fasc. in-4°.

Observatoire Constantin. *Étude de l'atmosphère;* fascicule II : *Sondages aériens par cerfs-volants en* 1902 *et en* 1903 *et par ballons en* 1901, 1902 *et* 1903, *exécutés à Pavlovsk et à Saint-Pétersbourg.* Saint-Pétersbourg, C. Craïz, 1906; 1 fasc. in-4°.

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse. Livraison XXVI, 1re Partie : *Die Grünschiefer in Jura und Trias des Simplongebietes,* von H. Preiswerk. Livraison XXIX, 1re Partie : *Bibliographie géologique de la Suisse pour les années* 1770 *à* 1900, par Louis Rollier. Berne, 1907; 1 fasc. et 1 vol. in-4°.

Bulletin of the imperial earthquake investigation Committee; t. I, n° 4. Tokio, 1907; 1 fasc. in-8°.

Publications of the earthquake investigation Committee in foreign languages; nos 23, 24. Tokio, 1907; 2 vol. in-8°

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; 5e série, t. XXI, n° 5; t. XXII, nos 2-5; t. XXIII, nos 1-5; t. XXIV, nos 1-5; t. XXV, nos 1, 2. Saint-Pétersbourg, 1904-1907; 11 fasc. in-4°.

Bulletin mathématique, publié par S. Dickstein; t. XI, fasc. 1-4. Varsovie, 1907; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 septembre 1907.

Icones Mycologicæ, par Boudier; 3e série, livraison 15, renfermant 20 planches numérotées. Paris, Paul Klincksieck, 1907; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon : Sciences et Lettres. 3e série, t. IX. Paris, J.-B. Baillière et fils; Lyon, Alexandre Rey, 1907; 1 vol. in-4°.

Untersuchungen über den Spektrographen IV *des astrophysikalischen Observatoriums,* von G. Eberhard, mit 2 Figuren im Text. (*Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam;* Nr. 54, Bd. LXXX, St. 2.) Potsdam, 1907; 1 fasc. in-4°.

The absence of very long waves from the Sun's spectrum, by E.-F. Nichols. (Extr. de *Astrophysical Journal,* t. XXVI, 1907, p. 46-48.) Washington; 1 fasc. in-8°.

The variation of manganin resistances with atmospheric humidity, by W. Jaeger and St. Lindeck. (Ext. de *The Electrician,* 2 août 1907.) Londres, 1907; 1 fasc. in-8°.

Annuario del Circolo matematico di Palermo, 1907. Palerme; 1 vol. in-8°.

Results of the magnetical and meteorological observations made at the Royal Alfred Observatory, Mauritius, in the year 1905, unter the direction of E.-F. Claxton. Londres, 1907; 1 fasc. in-4°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par N. Krischtafowitsch; t. IX, livraison 3. Novo-Alexandria, 1907; 1 fasc. in-4°.

Yearbook of the United States Department of Agriculture, 1906. Washington, Government printing Office, 1907; 1 vol. in-8°.

The Johns Hopkins University Circular, 1906, n° 10; 1907, nos 1-6. Baltimore; 7 fasc. in-8°.

American Journal of Mathematics, edited by Frank Morley, with the cooperation of Simon Newcomb, pub. under the auspices of the Johns Hopkins University; t. XXIX, nos 1-3. Baltimore, 1907; 3 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 SEPTEMBRE 1907.

Théorie approchée de l'écoulement de l'eau sur un déversoir en mince paroi et sans contraction latérale, par M. J. BOUSSINESQ. (*Mémoires de l'Académie des Sciences,* t. L, n° 1.) Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-4°.

Recueil des actes officiels et documents intéressant l'Hygiène publique. Travaux du Comité consultatif d'Hygiène publique de France; t. XXXIV (année 1904) t. XXXV (année 1905). Ministère de l'Intérieur, Direction de l'Assistance et de l'Hygiène publiques, 1906; 2 vol. in-4°.

La psychologie de la force, par M. AUGUSTE BRASSEUR. Paris, Félix Alcan, 1907; 1 vol. in-8°.

Méthode spéciale pour la séparation et le dosage de l'oxyde de zinc dans tous les cas où se trouve ce produit, par M. J. TAMBON. (Extr. du *Bulletin de la Société chimique de Paris,* 4e série, t. I, 1907, p. 823.) 1 fasc. in-8°.

M. ANTONIO CABREIRA fait hommage de trois Opuscules intitulés : *Sur les corps polygonaux. — Sobre o calculo das reservas mathematicas. — Demonstração mathematica do seguro « Portugal Previdente ».* Coïmbre et Lisbonne; 3 fasc. in-8°.

Observaciones meteorologicas praticadas en los observatorios de Tacubaya y Cuajimalpa durante el año de 1904. Mexico, 1907; 1 vol. in-4°.

Notes on quaternary Felidæ from California, by JOHN-F. BOVARD. Berkeley, 1907; 1 fasc. in-8°.

Ueber den Aufbau der Eiweissstoffe in den Pflanzen, von W. ZALESKI. Berlin, 1907; 1 fasc. in- 8°.

Ueber dem Umsatz der Nucleinsäure in keimenden Samen, von W. ZALESKI. Berlin, 1907; 1 fasc. in-8°.

Ueber die autolytische Ammoniakbildung in den Pflanzen, von W. ZALESKI. Berlin, 1907; 1 fasc. in-8°.

(Ces trois Notes sont extraites des *Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft,* année 1907, t. XXV, fasc. 7.)

Flora Uruguaya, t. III, ea 2. (*Anales del Museo nacional de Montevideo;* t. VI.) Montevideo, 1907; 1 fasc. in-4°.

Études de systématique et de Géographie botanique sur la Flore du bas et du moyen Congo, par EM. DE WILDEMAN; t. II, fasc. 2. (*Annales du Musée du Congo : Botanique;* 5e série.) Bruxelles, 1907; 1 fasc. in-f°.

Dictionnaire kitabwa-français et français-kitabwa, par le R. P. AUGUSTE VAN ACKER. (*Annales du Musée du Congo : Ethnographie;* 5e série : *Linguistique.*) Bruxelles, 1907; 1 fasc. in-f°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 OCTOBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les passages de Mercure devant le Soleil, et en particulier sur celui du 14 novembre prochain.* Note de M. G. Bigourdan.

Les passages de Mercure devant le Soleil, moins rares que ceux de Vénus, sont cependant peu fréquents et ils présentent une véritable importance ([1]), tant au point de vue de la théorie de Mercure qu'à celui de la constitution physique de cette planète.

Le 14 novembre prochain aura lieu un de ces passages et il sera entièrement observable en France dans les meilleures conditions; aussi a-t-il paru utile de rappeler notamment les apparences complexes qui ont accompagné les passages précédents.

Si l'orbite de Mercure était couchée dans l'écliptique, la planète passerait, pour nous, devant le Soleil à chacune de ses révolutions synodiques. Mais l'inclinaison de cette orbite est au contraire assez forte (7°0′) et, pour qu'un passage ait lieu, il faut évidemment que les deux conditions suivantes soient remplies à la fois : 1° que Mercure soit au voisinage de l'un de ses nœuds; 2° que la Terre se trouve du même côté que Mercure par rapport au Soleil et dans le voisinage de la ligne de ces mêmes nœuds.

La longitude du nœud ascendant de l'orbite de Mercure est de 46°33′; et le Soleil passe par cette longitude du 5 au 6 mai. Les passages de Mer-

---

([1]) Ces passages ont donné lieu à de nombreuses publications dont la bibliographie a été faite par M. E.-S. Holden : *Index-Catalogue of books and memoirs on the transits of Mercury,* Cambridge (Mass.), 1878, in-8°.

cure devant le Soleil se produiront donc (¹) dans la première moitié de mai (nœud descendant) ou dans la première moitié de novembre (nœud ascendant).

La théorie de Mercure a longtemps présenté aux astronomes d'énormes difficultés dont on peut lire l'intéressant exposé en tête de la théorie de cette planète par Le Verrier. Aussi la prédiction de ses passages devant le Soleil comportait autrefois des incertitudes énormes : en 1661 les diverses Tables variaient de 5 jours sur le moment du phénomène, et Hévélius dut en surveiller l'arrivée dès le premier mai; elle n'eut lieu réellement que le 3. Encore en 1786, presque tous les astronomes de Paris manquèrent l'observation du passage parce qu'il se produisit près de 1 heure après le moment calculé.

La discussion des passages de Mercure (²) a conduit Le Verrier à une de ses plus belles découvertes, celle de l'accélération séculaire du périhélie de cette planète; et cela suffit pour montrer toute l'importance de ces obser-

---

(¹) *Passages de Mercure sur le Soleil, depuis l'an* 1600 *jusqu'à l'an* 2000 [pour le passé, on a marqué d'un astérisque (*) ceux qui n'ont pas été observés. Les passages du nœud ascendant ou de novembre sont indiqués par le signe N, et ceux de mai par le signe M, suivis l'un et l'autre du jour du mois] :

1605* N 1	1677 N 7	1753 M 6	1815* N 12	1881 N 8	1927 N 8
1615* M 3	1690 N 10	1756 N 6	1822 N 5	1891 M 9	1937 M 10
1618* N 4	1697 N 3	1769 N 9	1832 M 5	1894 N 10	1940 N 12
1628* M 5	1707 M 6	1776* N 2	1835 N 7		1953 N 13
1631 N 7	1710* N 6	1782 N 12	1845 M 8		1960 N 6
1644* N 8	1723 N 9	1786 M 4	1848 N 9	1907 N 12	1970 M 9
1651 N 2	1736 N 11	1789 N 5	1861 N 12	1914 N 6	1973 N 9
1661 M 3	1740 M 2	1799 M 7	1868 N 5	1924 M 7	1986 N 12
1664* N 4	1743 N 5	1802 N 9	1878 M 6		1999 N 24

(²) J.-N. de L'Isle (*Avertissement aux astronomes sur le passage de Mercure au-devant du Soleil, qui doit arriver le* 6 *may* 1743, Paris, 1743, in-4° de 30 pages) donne, pour la période 1631-1743, le *Catalogue de tous les lieux de la Terre où l'on a vu Mercure sur le Soleil, avec les noms des astronomes qui l'y ont observé.*

Le Verrier (*Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires,* t. V, 1859) discute tous les passages jusqu'à 1848 inclus.

MM. Wolf et André donnent les résultats des observations du passage de 1868 (*Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires,* t. X, 1874, p. 2-3).

M. L. Niesten [*Annuaire de l'Obs. royal de Bruxelles,* 1881, 48ᵉ année (1880), p. 159-193] résume toutes les observations du passage de 1878 et rappelle beaucoup des apparences physiques observées jusque-là.

vations au point de vue de la théorie de Mercure. En outre, la planète se présente alors sous son plus grand diamètre, de sorte qu'elle se trouve dans des conditions spécialement favorables pour la détermination de ses dimensions et surtout de sa figure ([1]).

Au point de vue physique, ces passages ne présentent pas moins d'intérêt, car Mercure est alors accompagné d'apparences variées encore mal expliquées, telles qu'auréoles, points brillants, etc. Et si quelque satellite circule autour de la planète, c'est alors qu'on pourrait l'apercevoir le plus aisément.

En vue de faciliter la tâche des observateurs et d'éclaircir les causes de ces apparences nous allons passer en revue les observations auxquelles se prêtent ces passages, et les phénomènes qui les ont accompagnés jusqu'ici.

Dans cette énumération nous suivrons autant que possible l'ordre chronologique, celui dans lequel se présentent les phénomènes, du commencement du passage au milieu, car du milieu à la fin la plupart des phénomènes se reproduisent dans l'ordre inverse.

Visibilité de Mercure en dehors du Soleil au moyen du spectroscope. — Comme pour la Lune et pour Vénus, le spectroscope permet de voir Mercure en dehors du Soleil, au moment où il se projette sur la couronne ou sur les protubérances; mais les observations de ce genre sont encore rares; l'une d'elles a été faite par M. Janssen en 1878.

Dans le passage du 14 novembre prochain, Mercure sera toujours au voisinage du pôle Nord du Soleil, c'est-à-dire dans une région où il y a peu ou point de protubérances : cette circonstance pourrait être défavorable pour la visibilité de Mercure au spectroscope avant son entrée sur le Soleil.

Visibilité oculaire de Mercure en dehors du Soleil. — En 1878, Langley put voir Mercure tout entier en dehors du Soleil avant le premier contact. Le même phénomène avait déjà été observé pour Vénus par Le Monnier en 1761; en 1874 M. Bouquet de la Grye l'aperçut aussi, et en 1882 on commença de voir cette planète longtemps avant le premier contact; ce n'était d'abord qu'un trait fort brillant de 15″ de long placé sur le bord de la planète opposé au Soleil; il s'allongea graduellement, en se courbant finalement il forma l'auréole, ce qui est une preuve directe de l'existence de l'atmosphère de Vénus; aussi serait-il intéressant de faire la même constatation pour Mercure.

([1]) Les anciens astronomes employaient aussi les passages de Mercure pour déterminer la parallaxe solaire, les longitudes, etc. : ces usages sont aujourd'hui secondaires.

Contacts extérieurs (1[er] et 4[e]). — Ces contacts sont assez incertains, et il en est surtout ainsi pour celui de l'entrée, parce qu'en général rien ne l'annonce à l'avance.

Leur observation est cependant importante; ainsi, par la combinaison de chacun d'eux avec le contact intérieur correspondant, on peut calculer le diamètre de Mercure, etc.

Aspect des cornes; mesure de leur distance. — Immédiatement avant le deuxième contact et immédiatement après le troisième, Mercure découpe sur le Soleil des cornes aiguës dont l'examen est intéressant; si en effet Mercure a une atmosphère, ces cornes pourront être déformées par des réfractions irrégulières. Si l'on disposait d'assez de temps, la mesure de la distance de ces cornes, ou même une estimation soignée faite à un moment convenable, permettrait de calculer d'une manière indépendante les heures des contacts.

Contacts intérieurs (2[e] et 3[e]). — L'observation de ces contacts est souvent compliquée par des phénomènes variables d'aspect, bien connus sous les noms de *goutte noire, ligament, pont*, etc., et dont il serait beaucoup trop long de mentionner ici les diverses descriptions. Les heures notées pour ces contacts dépendent, en partie, des verres noirs employés, comme il résulte d'une observation connue de De Barros, astronome portugais qui observa le passage de Mercure de 1753 avec De L'Isle, à l'hôtel de Cluny, au moyen d'un réflecteur grégorien de 4 pieds de long (1) : il nota d'abord le troisième contact à travers un verre vert placé en avant de son verre enfumé; enlevant aussitôt le verre vert, il vit encore un léger filet de lumière entre les deux bords et put ainsi noter un autre troisième contact qui arriva 4 secondes après le premier. Et de même au quatrième contact : il l'observa d'abord avec les deux verres, puis, 6 ou 7 secondes plus tard, avec le seul verre fumé.

Ces apparences de pont, etc., ont été longtemps attribuées à un phénomène purement subjectif, l'irradiation. MM. Wolf et André, qui les ont étudiées expérimentalement (2), les attribuent aux défauts des objectifs; avec des « instruments d'assez grande ouverture, non affectés d'aberration » les contacts doivent se produire géométriquement sans amener aucun phénomène particulier.

Dans la suite, MM. André et Angot ont continué l'étude expérimentale

(1) *Phil. Trans.*, vol. XLVIII, 1753, p. 361.
(2) *Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires*, t. X, 1872, p. B. 1-37.

de ces phénomènes [1], que l'on peut éviter, disent-ils, soit par l'emploi seul d'un verre noir gradué placé à l'oculaire, soit par l'emploi simultané de ce même verre gradué combiné avec un écran en réseau placé devant l'objectif. La manière d'employer le verre noir est d'ailleurs la même dans l'un et l'autre cas et peut se résumer ainsi :

Contact interne d'entrée (2e contact). Laisser d'abord au Soleil l'éclat maximum que l'œil peut supporter; quand le ligament paraît, diminuer cet éclat en employant une partie plus foncée du verre noir, ce qui fera disparaître le ligament; si ce ligament se reforme de nouveau on le fera disparaître de même jusqu'au moment où se rompra le filet obscur qui réunit les bords du Soleil et de Mercure.

Contact interne de sortie (3e contact). Dès que le ligament apparaît, pousser le verre noir vers les parties absorbantes, de manière à réduire le ligament à un simple filet obscur, et manœuvrer ce verre noir de manière à réduire constamment le ligament à l'état naissant, mais en ne diminuant l'éclat que dans la limite strictement nécessaire.

Dans une prochaine Note nous parlerons de quelques autres apparences qui n'ont pas encore reçu d'explication définitive.

M. **Alfred Giard**, en présentant à l'Académie un Volume intitulé : J.-B. Lamarck, *Discours d'ouverture* (an VIII, an X, an XI, 1806), s'exprime ainsi :

Ce recueil constitue une réédition textuelle des Leçons d'ouverture des cours professés par Lamarck au Muséum d'Histoire naturelle lorsque à l'apogée de sa carrière l'illustre naturaliste développa publiquement les idées générales résultant de ses longues recherches de Botanique et de Zoologie systématiques. Le discours du 21 floréal an VIII contient le premier exposé de la théorie transformiste. Les discours de l'an XI et de 1806 sont en quelque sorte le programme et la première ébauche de la *Philosophie zoologique* qui parut en 1809. Ils étaient devenus introuvables et la plupart des auteurs qui en ont parlé ne les ont connus que de seconde main par des citations antérieures.

---

(1) C. André, *Étude de la diffraction dans les instruments d'optique*. — C. André et A. Angot, *Origine du ligament noir dans les passages de Vénus et de Mercure et moyen de l'éviter* (*Annales de l'École normale*, 2e série, t. V, 1876, p. 275... et t. X, 1881, p. 323.... Un extrait du dernier Mémoire est dans *Astr. Nachr.*, t. CI, p. 33).

Qu'il me soit permis d'attirer une fois de plus l'attention de l'Académie sur l'utilité qu'il y aurait de publier une édition nationale complète des œuvres de J.-B. Lamarck, dont quelques-unes, et des plus importantes, sont aujourd'hui de véritables raretés bibliographiques.

Pourquoi la France ne ferait-elle pas pour notre grand naturaliste ce qu'elle a fait pour les grands mathématiciens, physiciens et chimistes dont elle est justement fière?

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *La Carte hypsométrique du Portugal* et une *Notice sur la Carte hypsométrique du Portugal* (avec une Carte tectonique), par M. Paul Choffat. (Hommage du Service géologique du Portugal.)

2° *Les enfants anormaux*, par Alfred Binet et Dr Th. Simon, avec une Préface de Léon Bourgeois, Sénateur. (Présenté par M. Gaston Bonnier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommabilité des séries de Laurent.* Note de M. **A. Buhl.**

Dans une Note publiée ici même (2 avril 1907) et dans le *Bulletin* de M. Darboux (juin 1907), j'ai indiqué des généralisations considérables des formules servant de base à la théorie des séries sommables de M. Borel. Voici de nouveaux résultats dans le même ordre d'idées.

Soit C une couronne de Laurent formée de cercles concentriques C′ et C″ de rayons $r' > r''$. Soit $F(x)$ une fonction uniforme holomorphe dans la couronne en question. On aura, dans C′,

$$(1)\quad F(x) = \frac{1}{2i\pi}\int_{C'} F(z)\left(\frac{1}{z}+\frac{x}{z^2}+\ldots\right)dz + \frac{1}{2i\pi}\int_{C''} F(z)\left(\frac{1}{x}+\frac{z}{x^2}+\ldots\right)dz.$$

Soient

$$s'_n = \frac{1}{2i\pi}\int_{C'} F(z)\left(\frac{1}{z}+\ldots+\frac{x^n}{z^{n+1}}\right)dz = \frac{1}{2i\pi}\int_{C'} F(z)\,\frac{z^{n+1}-x^{n+1}}{z-x}\,\frac{dz}{z^{n+1}},$$

$$s''_n = \frac{1}{2i\pi}\int_{C''} F(z)\left(\frac{1}{x}+\ldots+\frac{z^n}{x^{n+1}}\right)dz = \frac{1}{2i\pi}\int_{C''} F(z)\,\frac{x^{n+1}-z^{n+1}}{x-z}\,\frac{dz}{x^{n+1}}.$$

Considérons maintenant une autre couronne Γ formée de cercles Γ' et Γ'' de rayons $\rho' > \rho''$. Soit $f(\xi)$ une autre fonction uniforme holomorphe dans Γ. J'aurai pour $f(\xi)$ une formule identique à (1) aux notations près et je poserai

$$c'_n = \frac{1}{2i\pi}\int_{\Gamma'} f(\zeta)\frac{\xi^n}{\zeta^{n+1}}d\zeta, \qquad c''_n = \frac{1}{2i\pi}\int_{\Gamma''} f(\zeta)\frac{\zeta^{n+1}}{\xi^{n+2}}d\zeta.$$

Or (*loc. cit.*), avec les hypothèses $|\xi| < \rho'$, $|\xi x| < r'\rho'$, on a

$$(2) \qquad \sum_{n=0}^{n=\infty} c'_n s'_n = \left(\frac{1}{2i\pi}\right)^2 \int_{C'}\int_{\Gamma'} \frac{F(z)f(\zeta)\,dz\,d\zeta}{(\zeta-\xi)\left(z-\frac{\xi x}{\zeta}\right)}.$$

Avec les hypothèses $|\xi| > \rho''$, $|\xi x| > r''\rho''$ et par un calcul analogue on a

$$(3) \qquad \sum_{n=0}^{n=\infty} c''_n s''_n = \left(\frac{1}{2i\pi}\right)^2 \int_{C''}\int_{\Gamma''} \frac{F(z)f(\zeta)\,dz\,d\zeta}{(\zeta-\xi)\left(z-\frac{\xi x}{\zeta}\right)}.$$

Supposons pour simplifier que $F(x)$ n'ait, à l'intérieur de C'', que des pôles simples a'_k avec des résidus A'_k. En vertu des hypothèses précédentes, $\xi x : \zeta$ est toujours *dans* C' s'il s'agit de (2), toujours *hors de* C'' s'il s'agit de (3). On a alors

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} c'_n s'_n = \frac{1}{2i\pi}\int_{\Gamma'} F\left(\frac{\xi x}{\zeta}\right)\frac{f(\zeta)\,d\zeta}{\zeta-\xi} + \frac{1}{2i\pi}\int_{\Gamma'}\sum_k \frac{A'_k f(\zeta)\,d\zeta}{(\zeta-\xi)\left(a'_k-\frac{\xi x}{\zeta}\right)},$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} c''_n s''_n = \frac{1}{2i\pi}\int_{\Gamma''}\sum_k \frac{A'_k f(\zeta)\,d\zeta}{(\zeta-\xi)\left(a'_k-\frac{\xi x}{\zeta}\right)}.$$

Donc

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} c'_n s'_n - \sum_{n=0}^{n=\infty} c''_n s''_n = \frac{1}{2i\pi}\int_{\Gamma'} F\left(\frac{\xi x}{\zeta}\right)\frac{f(\zeta)\,d\zeta}{\zeta-\xi} + \frac{1}{2i\pi}\int_{\Gamma}\sum_k \frac{A'_k f(\zeta)\,d\zeta}{(\zeta-\xi)\left(a'_k-\frac{\xi x}{\zeta}\right)},$$

formule dans laquelle il faut bien remarquer que la première intégration est relative à la simple circonférence Γ' *tandis que la seconde est relative au double contour de la couronne* Γ.

Intégrons par rapport à ζ. L'intégrale relative à Γ' est égale à

$$F(x)f(\xi) - \sum_k f\left(\frac{\xi x}{a_k}\right)\frac{x A_k}{a_k(x-a_k)} - \sum_h F\left(\frac{\xi x}{b'_h}\right)\frac{B'_h}{\xi - b'_h},$$

résultat qu'on obtient en supposant à $F(x)$ hors de C' des pôles simples a_k de résidus A_k. Dans ces conditions $F\left(\frac{\xi x}{\zeta}\right)$ possède des pôles $\zeta_k = \frac{\xi x}{a_k}$ toujours dans Γ'. De plus $f(\zeta)$ possède dans Γ'' et, par suite, dans Γ' des pôles simples b'_h de résidus B'_h.

Quant à l'intégrale relative à la couronne Γ, elle est égale à

$$-\sum_k \frac{A'_k f(\xi)}{x - a'_k} + \sum_k{}' f\left(\frac{\xi x}{a'_k}\right) \frac{x A'_k}{a'_k(x - a'_k)},$$

le sigma marqué d'un accent n'existant que si $\xi x : a'_k$ est dans la couronne Γ. On a finalement une formule qui peut s'écrire

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{c'_n s'_n}{f(\xi)} - \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{c''_n s''_n}{f(\xi)} = F(x) - \sum \frac{A'_k}{x - a'_k} - \sum \frac{F\left(\frac{\xi x}{b'_h}\right)}{f(\xi)} \frac{B'_h}{\xi - b'_h}$$
$$- \sum \frac{f\left(\frac{\xi x}{a_k}\right)}{f(\xi)} \frac{x A_k}{a_k(x - a_k)} + \sum{}' \frac{f\left(\frac{\xi x}{a'_k}\right)}{f(\xi)} \frac{x A'_k}{a'_k(x - a'_k)}.$$

Faisons croître ρ' jusqu'à ce que Γ' passe par le point b_h le plus voisin, soit β. Imaginons de plus que ξ tende vers β sans sortir de la couronne Γ. Alors les trois derniers sigmas du second membre de la formule précédente sont manifestement nuls. Je dis que le second sigma du premier membre est nul aussi. Les c''_n en effet ne cessent pas de former une série convergente et il en est de même des $c''_n s''_n$, car les s''_n sont finis pour x dans C. Donc

$$\lim_{\xi=\beta} \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{c'_n s'_n}{f(\xi)} = F(x) - \sum \frac{A'_k}{x - a'_k}.$$

Reprenons la formule générale et faisons décroître ρ'' jusqu'à ce que Γ'' passe par le point b'_h le plus voisin, soit β', et imaginons que ξ tende vers β'. Cette fois c'est le premier sigma du premier membre qui est nul. Le troisième et le quatrième du second membre sont nuls; le second se réduit à $F(x)$, car $(\xi - b'_h) f(\xi)$ pour ξ tendant vers $b'_h = \beta'$ est précisément le résidu B'_h. Donc

$$\lim_{\xi=\beta'} \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{c''_n s''_n}{f(\xi)} = \sum \frac{A'_k}{x - a'_k}.$$

Finalement

$$F(x) = \lim_{\xi=\beta} \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{c'_n s'_n}{f(\xi)} + \lim_{\xi=\beta'} \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{c''_n s''_n}{f(\xi)}.$$

Cette formule équivaut au développement laurentien (1). Elle généralise de façon considérable le théorème de sommabilité de Cesàro. Je compte l'étudier prochainement plus en détail.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants des systèmes différentiels.* Note de M. ÉTIENNE DELASSUS, présentée par M. Émile Picard.

J'ai démontré en 1896 qu'un système différentiel compatible à p inconnues et m variables pouvait toujours, grâce à un changement de variables linéaire et indéterminé, se mettre sous une forme canonique caractérisée par un Tableau

$$(\mathrm{A}) \qquad \left\{ \begin{array}{llll} \alpha_0^1, & \alpha_1^1, & \ldots, & \alpha_{m-1}^1, \\ \ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots, \\ \alpha_0^p, & \alpha_1^p, & \ldots, & \alpha_{m-1}^p \end{array} \right.$$

de nombres fondamentaux. Ce Tableau (A) indique les fonctions initiales, relatives aux diverses inconnues, qui déterminent les intégrales en vertu du théorème d'existence déduit de la forme canonique considérée.

On constate aisément, sur des exemples simples, qu'un même système différentiel peut être mis sous des formes canoniques diverses qui fournissent des Tableaux (A) ou, ce qui revient au même, des systèmes de fonctions initiales absolument distincts. Quelles sont les relations qui existent entre ces divers systèmes initiaux relatifs à un même système différentiel?

Si l'on pose

$$\begin{aligned} \sigma_0^i &= \alpha_0^i, \\ \sigma_1^i &= \alpha_0^i + \alpha_1^i, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \sigma_{m-1}^i &= \alpha_0^i + \alpha_1^i + \ldots + \alpha_{m-1}^i \end{aligned}$$

et

$$\varphi_q(z) = (-1)^q \frac{z(z-1)\ldots(z-q)}{1.2\ldots(q+1)} \qquad (q \text{ entier nul ou positif}),$$

on démontre que les m quantités

$$\begin{aligned} \mathrm{I}_0 &= \sum_1^p \varphi_0(\sigma_0^i), \\ \mathrm{I}_1 &= \sum_1^p \varphi_0(\sigma_1^i) + \sum_1^p \varphi_1(\sigma_0^i), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \mathrm{I}_{m-1} &= \sum_1^p \varphi_0(\sigma_{m-1}^i) + \sum_1^p \varphi_1(\sigma_{m-2}^i) + \ldots + \sum_1^p \varphi_{m-2}(\sigma_1^i) + \sum_1^p \varphi_{m-1}(\sigma_0^i) \end{aligned}$$

conservent la même valeur pour toutes les formes canoniques d'un même système et, par conséquent, sont des *invariants*.

Les *équations d'invariance* ainsi obtenues donnent la réponse complète à la question posée. Mais on peut aller beaucoup plus loin.

Si l'on introduit des nombres fondamentaux fictifs $\alpha_m^1, \alpha_m^2, \ldots, \alpha_m^p$ qui sont seulement assujettis à avoir une somme égale au nombre des constantes arbitraires qui, en plus des fonctions arbitraires, entrent dans l'intégrale par application du théorème de Cauchy généralisé, on peut démontrer l'existence d'un $(m+1)^{\text{ième}}$ invariant de même forme

$$I_m = \sum_1^p \varphi_0(\sigma_m^i) + \sum_1^p \varphi_1(\sigma_{m-1}^i) + \ldots + \sum_1^p \varphi_{m-1}(\sigma_1^i) + \sum_1^p \varphi_m(\sigma_0^i).$$

Les $m+1$ équations d'invariance font non seulement connaître les systèmes initiaux relatifs aux formes canoniques obtenues grâce au changement de variables, mais elles en font connaître aussi d'autres.

On montre que les I sont encore invariants pour une transformation ponctuelle quelconque du système et qu'une telle transformation linéaire indéterminée permet d'atteindre toutes les formes canoniques qui correspondent aux diverses solutions des équations d'invariance.

Ces équations d'invariance reçoivent ainsi leur signification complète et l'un des résultats qu'on en déduit immédiatement est que *le nombre des formes canoniques distinctes d'un même système différentiel est toujours limité.*

Les invariants I permettent d'établir des formules intéressantes et de démontrer rigoureusement certaines propriétés. Ils jouent un rôle important dans la transformation des systèmes différentiels. Je me bornerai ici à citer les propriétés suivantes :

1° Supposons un système différentiel S *ordonné*, c'est-à-dire décomposé en groupes S_n dont toutes les équations sont d'ordre n, distinctes par rapport aux dérivées d'ordre n et telles que toute dérivée d'une équation S_{n-1} soit une conséquence algébrique des équations $S_n, S_{n-1}, \ldots$. On démontre que le nombre des équations d'ordre égal ou inférieur à n est

$$N_n = p - I_m - \varphi_0(-n)(p - I_{m-1}) - \ldots - \varphi_{m-1}(-n)(p - I_0),$$

pourvu que n soit égal ou supérieur à l'ordre d'une forme canonique du système. Il existe donc *un polynome* $P(z)$ *associé au système* S, d'ordre égal au nombre des variables et tel que

$$N_n = P(n)$$

pour toute valeur de n supérieure à un certain nombre fixe.

2° *L'intégration d'un système différentiel à plusieurs inconnues et m variables peut toujours se ramener à l'intégration d'un système à une seule inconnue et m variables ayant les mêmes invariants* $I_0, I_1, \ldots, I_{m-1}$ *suivie de l'intégration d'un système d'équations différentielles ordinaires.*

3° Étant donné un système différentiel S_u aux inconnues $u_1, u_2, \ldots, u_p$, introduisons de nouvelles inconnues $v_1, v_2, \ldots, v_q$, fonctions des variables, des u et de certaines de leurs dérivées. Soit S_v le système transformé aux inconnues $v_1, \ldots, v_q$.

Convenons de dire que le changement d'inconnues est une transformation réversible appartenant à S_u si, en tenant compte des équations S_u, les équations de définition des v permettent d'exprimer les u en fonction des variables, des v et de certaines de leurs dérivées.

Si la transformation est réversible et appartient à S_u, *les deux systèmes* S_u, S_v *ont les mêmes invariants* $I_0, I_1, \ldots, I_m$ *et la transformation réversible appartient aussi à* S_v

et, comme cas particulier,

S'il n'y a qu'une inconnue u et qu'une inconnue v, la transformation, supposée réversible, transforme une équation unique en une équation unique du même ordre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un théorème sur les équations intégrales.* Note de M. **Tommaso Boggio**, présentée par M. Emile Picard.

1. Envisageons l'équation intégrale, avec le paramètre λ,

$$(1) \qquad \varphi(x) - \lambda \int_a^b p(y) f(x,y) \varphi(y)\, dy = \psi(x),$$

où $\varphi(x)$ est la fonction inconnue, $p(y)$ est une fonction donnée, qui a un *signe constant* dans le champ d'intégration, $f(x,y)$ est une fonction donnée, *symétrique* en x et y, et $\psi(x)$ une fonction donnée.

Des recherches classiques de M. Fredholm sur les équations intégrales, il résulte d'abord que la solution $\varphi(x)$ de l'équation (1), envisagée comme fonction de λ, est une fonction *méromorphe*.

J'ajoute maintenant le résultat suivant, qui a de nombreuses applications dans la Physique mathématique :

Les pôles de la fonction $\varphi(x)$ *sont tous réels et simples.*

Je remarque d'abord que de l'équation (1) on tire

$$(2) \qquad p(x)\varphi(x) - \lambda \int F(x,y)\varphi(y)\,dy = p(x)\psi(x),$$

où la fonction $F(x,y) = p(x)p(y)f(x,y)$ est *symétrique* en x et y. (Dans cette formule et dans les suivantes les limites a et b des intégrales sont sous-entendues.)

Ensuite, si λ_r, λ_s sont deux pôles (ou autovaleurs) (Eigenwerte, suivant M. Hilbert) de l'équation (1), et $\varphi_r(x)$, $\varphi_s(x)$ deux autofonctions correspondantes (Eigenfunctionen, suivant M. Hilbert), on a

$$p(x)\varphi_r(x) - \lambda_r \int F(x,y)\varphi_r(y)\,dy = 0,$$
$$p(x)\varphi_s(x) - \lambda_s \int F(x,y)\varphi_s(y)\,dy = 0,$$

d'où, multipliant ces équations respectivement par $\lambda_s\varphi_s(x)\,dx$ et $\lambda_r\varphi_r(x)\,dx$, puis intégrant et retranchant,

$$(\lambda_r - \lambda_s)\int p(x)\varphi_r(x)\varphi_s(x)\,dx = 0,$$

donc, si λ_r *est différent de* λ_s,

$$\int p(x)\varphi_r(x)\varphi_s(x)\,dx = 0.$$

De cette égalité on déduit que les *pôles sont réels;* car, dans le cas contraire, en prenant les pôles (imaginaires conjugués)

$$\lambda_r = \alpha + i\beta, \qquad \lambda_s = \alpha - i\beta,$$

et les autofonctions correspondantes (nécessairement conjuguées)

$$\varphi_r(x) = \varphi' + i\varphi'' \qquad \varphi_s(x) = \varphi' - i\varphi'',$$

ne serait plus vérifiée l'égalité précédente.

L'existence effective des pôles peut être prouvée par une méthode analogue à celle employée, par exemple, par M. Kneser, dans le cas où $p(y) = 1$ (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. XXII, 1906).

2. Il est facile de voir que *les pôles sont simples* [1].

Supposons, en effet, que $\lambda = \lambda_0$ soit un pôle d'ordre $m (m > 1)$ de la solution de l'équation (1); on aura

$$\varphi(x) = \frac{u(x)}{(\lambda - \lambda_0)^m} + \frac{v(x)}{(\lambda - \lambda_0)^{m-1}} + \ldots;$$

donc, en substituant dans l'égalité (2),

$$pu + (\lambda - \lambda_0) pv + \ldots - \lambda \int \mathrm{F}.[u + (\lambda - \lambda_0) v + \ldots]\, dy = (\lambda - \lambda_0)^m p\psi,$$

et dérivant par rapport à λ :

$$(3) \quad pv + \ldots - \lambda \int \mathrm{F}.(v + \ldots)\, dy - \int \mathrm{F}.[u + (\lambda - \lambda_0) v + \ldots]\, dy = m(\lambda - \lambda_0)^{m-1} p\psi.$$

Si l'on pose $\lambda = \lambda_0$, on tire de ces deux équations

$$(4) \qquad p(x)\, u(x) - \lambda_0 \int \mathrm{F}(x, y)\, u(y)\, dy = 0,$$

$$(5) \quad p(x)\, v(x) - \lambda_0 \int \mathrm{F}(x, y)\, v(y)\, dy = \int \mathrm{F}(x, y)\, u(y)\, dy = \frac{1}{\lambda_0} p(x)\, u(x).$$

Multipliant ensuite l'équation (4) par $v(x)\, dx$, l'équation (5) par $u(x)\, dx$, puis intégrant et retranchant, on a

$$\int p(x)\, [u(x)]^2\, dx = 0.$$

La fonction u devrait donc être identiquement nulle, ce qui est absurde. Notre théorème est complètement démontré.

De l'égalité (3) il résulte que le calcul précédent ne s'applique pas à $m = 1$.

Il est bon de remarquer que le pôle $\lambda = \lambda_0$ peut être racine multiple d'ordre quelconque pour le *déterminant* de l'équation (1), tandis que pour la fonction $\varphi(x)$ il est nécessairement un pôle simple.

Le théorème analogue pour les systèmes d'équations linéaires algébriques

---

[1] Comparer cette démonstration avec celle que donne M. Picard dans le cas particulier des membranes élastiques dans le paragraphe 20 de son Mémoire des *Rendiconti di Palermo* (1906) : *Sur quelques applications de l'équation fonctionnelle de Fredholm*.

du type $x_i - \lambda \sum_k a_{ik} x_k = \alpha_i \, (a_{ik} = a_{ki};\ i, k = 1, 2, \ldots, n)$ peut être regardé comme connu, car il résulte immédiatement des propriétés classiques de l'équation des inégalités séculaires des planètes.

3. Je me bornerai ici à montrer une application intéressante du théorème que je viens de démontrer, lequel subsiste évidemment pour un nombre quelconque de variables.

Envisageons un solide élastique isotrope S et cherchons la déformation du corps S, dans l'hypothèse où l'on connaît la déformation de sa surface, ou bien les forces qui agissent sur sa surface. J'ai établi dans deux Notes récentes (1) que les composantes du déplacement dépendent de la résolution d'une équation intégrale, qui a pour noyau (Kern) une fonction symétrique, qui dépend du paramètre qui figure dans les équations de l'équilibre. On conclut donc, du théorème précédent, que les pôles de la solution de chacun de ces deux problèmes de l'équilibre *sont tous réels et simples.*

CHIMIE. — *Sur l'analyse des mélanges d'air et de gaz ou vapeurs combustibles.* Note de M. **Jean Meunier**, présentée par M. Troost.

La méthode dont je me suis servi pour analyser les mélanges d'éther et d'air (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 796 et 1107) s'applique également à tous les gaz ou vapeurs inflammables, ainsi qu'aux liquides qui les émettent. Toutefois, en opérant au moyen d'éprouvettes à volume fixe, les proportions des mélanges effectués ne peuvent être que des multiples du poids de la goutte donnée par la pipette, et il est impossible de *puiser* les gaz à analyser. Ces difficultés m'ont engagé à faire construire un nouvel appareil représenté ci-contre (*fig.* 1).

C'est une éprouvette en verre de 300^{cm^3}, dont la graduation en centimètres cubes est la même que celle des éprouvettes ordinaires, mais numérotée à l'inverse. Le fond est formé par un piston mobile en cuir embouti commandé par une tige à vis se manœuvrant d'en bas et sur lequel on verse une certaine quantité de mercure. Pour rendre le

(1) Boggio, *Nuova risoluzione di un problema fondamentale della teoria dell' elasticità* et *Determinazione della deformazione di un corpo elastico per date tensioni superficiali* (*Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, 5e série, t. XVI, 2e sem. 1907).

mouvement du piston plus rapide, la vis s'engage dans un écrou fileté à trois pas. La partie supérieure est faiblement étranglée et rodée coniquement, de façon que l'on puisse la coiffer d'un chaperon de verre qui se termine par une amorce de tube ouverte sur laquelle on peut brancher les tubes abducteurs. L'orifice de l'amorce est étroit, de sorte qu'il est facile de le boucher avec le doigt pendant l'agitation, et cela empêche le remous du gaz intérieur avec l'extérieur. L'appareil est maintenu vertical par un

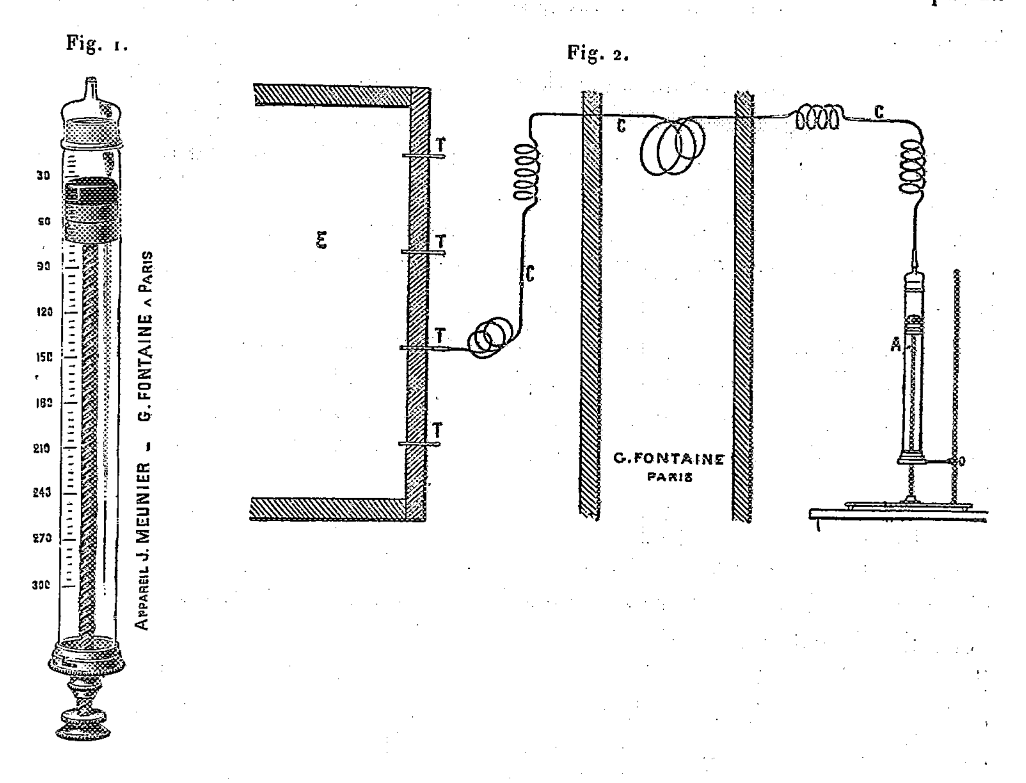


Fig. 1.

Fig. 2.

support. En raison de la forme, je n'ai pu faire commencer la graduation que vers 30^{cm^3}, mais il est facile de mesurer les quantités plus faibles, puisque les volumes se lisent aussi bien par le déplacement du piston que par celui du niveau du mercure. La capacité libre du chaperon n'est pas comprise dans la graduation; on la jauge instantanément après avoir introduit une quantité convenable de mercure dans l'appareil; il suffit de soulever le piston jusqu'au haut de sa course afin de remplir de mercure la capacité libre jusqu'à l'amorce et de lire la division en regard de la partie supérieure du piston; on procède de même, après avoir abaissé le niveau du mercure au ras de l'éprouvette. On tient compte du volume ainsi déterminé dans les lectures subséquentes.

Mélanges gazeux effectués en proportion quelconque. — J'introduis dans

l'appareil des poids connus de liquide volatil au moyen de la pipette, comme je l'ai expliqué dans mes précédentes Notes. Pour obtenir les mélanges en proportion donnée, je réalise d'abord un mélange type contenant 1^{mg} de vapeur en 10^{cm^3}; à cet effet, disposant d'une pipette donnant, je suppose, la goutte de 11^{mg}, je laisse tomber 2 gouttes dans l'éprouvette, je la coiffe, j'ajuste le niveau du mercure de manière à faire un volume de 220^{cm^3} et j'agite. Le mélange type permet de faire un mélange quelconque. Soit à réaliser, par exemple, le mélange de 72^{mg} en 1^l ou 18^{mg} en 250^{cm^3}; je relève le piston pour ne conserver que 180^{cm^3} du type, puis je l'abaisse au volume de 250^{cm^3} et j'agite. Pour obtenir le mélange à 80^{mg} j'opérerais semblablement, en conservant 200^{cm^3} du type.

Les teneurs de mélange comprises entre 88^{mg} et 132^{mg} nécessitent un mélange type de $1^{mg},5$ en 10^{cm^3} formé avec 3 gouttes au lieu de 2; pour les teneurs de 132^{mg} à 176^{mg} il faut prendre 4 gouttes.

Puisage et analyse des gaz. — L'appareil permet d'aller chercher les gaz à la distance que l'on veut et dans une atmosphère quelconque. Cela pourra, je crois, permettre d'effectuer des recherches pour l'industrie et pour l'hygiène en nombre de circonstances où cela n'a pu encore être fait.

Le mercure étant relevé jusqu'à l'amorce, il suffit de brancher sur cette amorce la canalisation abductrice (*fig.* 2) et de faire appel de gaz en abaissant le piston. On trouve dans le commerce des tubes de cuivre de petit diamètre dont la section intérieure peut être de 1^{mm^2} seulement; recuits, ils sont flexibles et faciles à contourner de toutes façons. Ils sont tout indiqués pour servir à la canalisation C. Comme la figure 2 le représente, il suffit de contourner en ressort à boudin les parties où l'on veut obtenir des allongements dans le sens vertical et dans le sens horizontal. Aux extrémités sont soudées des amorces pour brancher les raccords en tube de caoutchouc.

Il est ainsi facile d'aller chercher le gaz dans une enceinte E sans y pénétrer, de peur de troubler la composition, ou parce que l'atmosphère est dangereuse ou irrespirable. Dans le cas d'une soute de navire, on pourra ménager des prises de gaz T à différentes hauteurs de la paroi et les relier tour à tour avec la canalisation unique amenant le gaz à l'appareil A dans le laboratoire. La section ayant 1^{mm^2}, la capacité sur 1^m de longueur sera de 1^{cm^3}; on pourra donc purger d'un seul coup 300^m de longueur, puisque la capacité de l'appareil est de 300^{cm^3}. Avec une section aussi faible les gaz

ne peuvent se mélanger, et il suffit de rejeter la première prise pour être certain que le gaz vient ensuite exempt de mélange.

Analyse. — Quand il s'agit de vapeurs d'éther, j'admets comme repère la proportion de 60^{mg}, bien que l'on puisse obtenir l'inflammation à des proportions plus faibles; dans ce dernier cas, les résultats sont irréguliers. Soit à analyser de l'air contenant, par exemple, 33^{mg} d'éther au litre; en me servant du mélange type à la teneur de 1^{mg} en 10^{cm^3}, j'introduis dans l'appareil 10^{mg} de vapeur en 100^{cm^3}, puis 100^{cm^3} de l'air à analyser; le mélange agité contiendra au total $13^{mg},3$ en 200^{cm^3} ou 66^{mg} au litre, il sera nettement inflammable. Après cette opération j'en ferai une autre semblable avec $7^{mg},5$ qui ne donnera pas d'inflammation, puis une ou deux autres à des teneurs intermédiaires qui achèveront de me fixer.

Dans le cas d'air irrespirable, parce qu'il est chargé de gaz carbonique ou autre gaz délétère, on pourra obtenir facilement des indications utiles et précises, ces gaz ne s'enflammant pas et éteignant l'allumette plongée dans l'éprouvette. Il est facile aussi de refouler le gaz de l'éprouvette dans une cloche graduée pour pratiquer l'analyse du gaz suivant les méthodes nouvelles.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau perfectionnement permettant de rechercher et de doser rapidement le formène ou méthane.* Note de M. **Nestor Gréhant**, présentée par M. E. Perrier.

Un très grand nombre d'expériences comparatives, que j'ai déjà publiées en partie, m'ont permis de reconnaître qu'un seul passage d'un courant électrique, à travers un fil de platine porté au rouge blanc dans des mélanges de formène et d'air compris entre 5 pour 100 et 1 pour 100, ne produit qu'une combustion incomplète du carbure d'hydrogène; il est nécessaire, pour que toutes les molécules gazeuses viennent se brûler dans l'ampoule de mon eudiomètre-grisoumètre, de faire passer 200 fois, 400 fois et plus le courant dans la spirale de platine; c'est là un résultat capital et, pour le démontrer complètement, j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les chiffres que j'ai obtenus dans deux analyses que j'ai faites successivement.

1° *Analyse eudiométrique du formène.* — J'introduis, dans une cloche de 50^{cm^3}, 12^{cm^3} de gaz préparé par l'acétate de soude et la chaux sodée; j'ajoute 24^{cm^3} d'oxygène et je complète avec de l'air, pour obtenir exactement 50^{cm^3} d'un mélange qui est

rendu homogène par l'agitation; on obtient, par un seul passage du courant au rouge blanc, une forte détonation et une flamme; le volume du gaz après absorption de l'acide carbonique devient $14^{cm^3},8$; la réduction totale est égale à $50 - 14,8 = 35,2$ dont le tiers $11^{cm^3},733$ nous fait connaître le volume du formène pur; la proportion $\frac{12}{11,733} = \frac{100}{x}$ donne $x = 97,7$ pour 100.

2° *Analyse du même gaz dans l'eudiomètre-grisoumètre.* — J'ajoute à 60^{cm^3} d'air 3^{cm^3} de formène, et voici les réductions obtenues par le courant des accumulateurs :

	200 passages.	400 passages.	600 passages.	800 passages.
	63^{cm^3}	$56,5^{cm^3}$	$54,7^{cm^3}$	
Volumes après la combustion.	58	54,9	54,2	$54,2^{cm^3}$
KOH......................	56,5	54,7	54,2	54,2
Réductions...............	6,5	1,8	0,5	0

La somme des réductions est égale à 8,8, dont le tiers est 2,933; nous écrivons la proportion :

$$\frac{3}{2,933} = \frac{100}{x}; \qquad \text{d'où} \qquad x = 97,7 \text{ pour } 100.$$

Ce résultat est identique à celui de l'analyse précédente.

Je dois faire remarquer que la seconde analyse exige environ une demi-heure, aussi j'ai essayé d'accélérer l'opération par un emploi méthodique du gaz de la pile préparé dans un appareil de Bunsen (*Méthodes gazométriques*).

3° *a.* J'ajoute à 52^{cm^3} d'air 2^{cm^3} de formène et 16^{cm^3} de gaz de la pile dans l'eudiomètre-grisoumètre : les gaz sont agités avec soin et je fais passer une seule fois le courant; on observe une flamme et l'on entend une petite détonation. Le gaz de la pile a disparu, et 54^{cm^3} de gaz après l'action de la potasse se réduisent à $48^{cm^3},5$; le tiers de la réduction est égal à $1^{cm^3},83$. On retrouve donc $1^{cm^3},83$ au lieu de 2^{cm^3}.

b. A 49^{cm^3} d'air j'ajoute 1^{cm^3} de formène et 20^{cm^3} de gaz de la pile; après l'agitation, le fil de platine, porté au rouge blanc, donne une belle flamme et une détonation : la réduction est $3^{cm^3},1$ dont le tiers est égal à $1^{cm^3},03$ de formène.

Conclusion. — Le dosage du formène dans les mélanges rares, à l'aide du gaz de la pile, donne des résultats suffisamment exacts dans la pratique et, cette opération ne durant que 10 minutes environ, le nombre des analyses faites chaque jour de l'air puisé dans les houillères peut être multiplié considérablement.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les réactions de la cuve de nickelage.* Note de M. **A. Brochet**, présentée par M. A. Haller.

Le dépôt de nickel demande la neutralité du bain. Une légère réaction acide donne un dépôt très blanc, mais la présence des ions $H^{\cdot}$ détermine un dégagement gazeux et, pour une faible épaisseur, le métal *lève* sous forme d'écailles. Ce *levage* est dû à l'occlusion d'hydrogène, lequel existe d'ailleurs plus ou moins dans tous les dépôts de nickel et de cobalt électrolytiques.

En présence de sulfates on constate la mise en liberté d'acide sulfurique avec dégagement d'oxygène. Cela tient à ce que le nickel est passif et se comporte comme une anode insoluble.

L'électrolyse des sels de nickel donne de mauvais résultats s'ils sont seuls; dans le cas du chlorure, il se dépose sur la cathode de l'hydrate d'oxyde de nickel; avec le sulfate, cet hydrate ne se forme pas du fait de l'acidité provenant de la passivité de l'anode. La présence des sels alcalins, notamment des sels ammoniacaux, est donc nécessaire pour la bonne marche de l'opération. Ils donnent avec le sulfate de nickel des sels complexes qui se dissocient ([1]) en cations $(NH^4)^{\cdot}$ par exemple, et en anions $(SO^4)^2\,Ni''$. Ces derniers ont leur charge neutralisée par celle des ions $Ni^{\cdot\cdot}$ fournis par l'anode. Il y a production de sulfate de nickel et en outre, comme nous l'avons vu, d'oxygène et d'acide sulfurique.

Quant au peroxyde de nickel, il résulte de la formation intermédiaire du sulfate nickelique instable.

L'addition de chlorures au bain supprime la passivité, mais ne modifie pas les réactions. Celles qui se passent à l'anode se font par l'intermédiaire de l'anion $(NiCl^4)''$, d'où la tendance plus grande à former du peroxyde. C'est le principal inconvénient de l'addition des chlorures au bain de nickelage.

Dans tous les cas, le nickel déposé provient d'une réaction secondaire résultant de la décharge du cation $(NH^4)^{\cdot}$ et de la décomposition du sulfate simple, s'il est en excès. Des cations se déchargent de même au détriment des éléments de l'eau, d'où dégagement d'hydrogène et formation d'alcali qui se trouve neutralisé dans le cas des sulfates; mais en présence de chlorures, comme le bain reste neutre, il en résulte un précipité d'hydrate d'oxyde de nickel qui se répand dans le bain ou dont une partie, sans avoir été

([1]) W. Pfanhauser, *Zeitsch. f. Elektrochemie*, t. VII, 1901, p. 628.

préalablement libérée, peut être déposée en même temps que le métal, ce qui donne le dépôt gris et de vilain aspect que l'on observe fréquemment dans ces conditions.

Dans l'opération du nickelage on se trouve donc en présence d'un bain dont soit l'acidité, soit le dépôt d'hydrate va en augmentant. On remédie à l'acidité en ajoutant des sels peu dissociables. Le citrate de sodium présente l'inconvénient d'être d'un prix élevé, d'entretenir les moisissures et de se décomposer sous l'influence du courant. Aussi préfère-t-on opérer en présence de chlorures. Nous venons de voir leurs inconvénients, on y remédie en ajoutant au bain de l'acide borique. Celui-ci à peine ionisable n'a d'autre effet que de compenser l'action due à la présence de l'hydrate d'oxyde de nickel, encore moins dissociable et de donner au dépôt la blancheur que la présence de l'oxyde tend à lui faire perdre.

La passivité plus ou moins grande des anodes de nickel dépend de la nature physique du métal, variable suivant le laminage auquel il a pu être soumis et non de sa pureté.

C'est un fait bien connu que les anodes fondues s'attaquent mieux que les anodes laminées en plaques de 5^{mm} à 8^{mm} que l'on emploie généralement. Quant aux feuilles minces elles sont presque inattaquables (1 à 5 pour 100 de la théorie pour une densité de courant de 1 ampère par décimètre carré avec une solution de sulfate double à 100^g par litre).

L'attaque des anodes de nickel est tout à fait spéciale. Elles se piquent en un certain nombre de points et donnent naissance à des cavités qui se creusent de plus en plus au point d'amener la perforation de l'électrode qui, en d'autres points, conserve son épaisseur.

Nous poursuivons l'étude de ce phénomène probablement lié à la passivité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un alcool vinylique du type* Ar R = C = CH OH. Note de MM. **Tiffeneau** et **Daufresne**, présentée par M. Haller.

Aucun alcool vinylique secondaire [1] ne semble encore avoir été isolé; un seul, l'alcool vinylique ordinaire, a pu être obtenu à l'état de combinaison

---

[1] On connaît un alcool vinylique tertiaire : le triphényléthénol (Fd 136°) (Biltz, *D. ch. Ges.*, t. XXXII, p. 650); nous l'avons obtenu, M. Dorlencourt et moi, dans l'action de l'acide sulfurique au cinquième sur le triphénylglycol (Fd 164°); ce composé diffère des autres alcools vinyliques tertiaires ou plutôt de leurs dérivés, puisque seuls ceux-ci sont connus.

métallique (1); les autres ne sont connus qu'à l'état d'éthers oxydes et il n'a pas été jusqu'ici possible de transformer ces dérivés en alcools vinyliques correspondants; aussi admet-on généralement qu'aussitôt formés les éthénols ou vinols se transforment spontanément en aldéhydes :

$$R - CH = CHOH \rightarrow R - CH^2 - CHO.$$

Pénétrés de cette idée courante que les alcools vinyliques ne peuvent exister à l'état libre, nous avons dans une Note antérieure (2) considéré comme *anisylcyclopropanol* un alcool cristallisé qui est un véritable alcool vinylique : le méthylanisyléthénol

$$\begin{matrix} OCH^3 - C^6H^4 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> C = CHOH.$$

Préparation. — Cet alcool méthylanisyl-vinylique s'obtient, comme nous l'avons déjà annoncé, par l'action successive de l'acétate de potassium sec en solution alcoolique puis de la potasse alcoolique sur le dibromure d'estragol. La première réaction donne naissance à un produit qui paraît être un mélange des deux acétobromhydrines. Nous indiquerons ici que le mécanisme de cette curieuse réaction comporte pour le moins une transposition moléculaire

$$OCH^3 - C^6H^4 - CH^2 - CHBr - CH^2Br \rightarrow OCH^3 - C^6H^4 - C \begin{matrix} \diagup CHOH \\ \diagdown CH^3 \end{matrix}$$

Propriétés. — Recristallisé dans le benzène, cet alcool fond à 79°; il distille vers 154°-155° sous 14mm, mais il ne peut être distillé à la pression ordinaire sans s'isomériser. Difficilement soluble dans l'eau froide, il se dissout assez aisément dans l'eau bouillante, d'où il cristallise par refroidissement en paillettes cristallines. Ses solutions aqueuses ne précipitent pas par l'acétate de cuivre; elles réduisent instantanément le permanganate de potassium à froid.

En milieu neutre ou alcalin, cet alcool vinylique est stable à chaud dans les divers solvants organiques.

---

(1) Nef, *Liebigs Annalen*, t. CCXCVIII, p. 316.

(2) Tiffeneau et Daufresne, *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 924; *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, t. I, p. 106. Nos prévisions théoriques concernant la formation des cyclopropanols se sont néanmoins confirmées; il a été possible de passer des composés $Ar - CH^2 - CHOH - CH^2X$ aux cyclopropanols correspondants; ceux-ci ne fixent pas Br^2; ils possèdent la réfraction moléculaire théorique et ne s'isomérisent pas par chauffage, seuls ou avec des acides, en aldéhydes hydratropiques.

Il fixe Br^2, ne colore pas le réactif de Schiff et ne se combine pas au bisulfite de soude. Il ne fournit pas de phényluréthane; on le retrouve inaltéré après l'action de l'isocyanate de phényle qui ne peut le déshydrater et ne donne pas de diphénylurée. Nous avons essayé de déshydrater cet alcool par les déshydratants neutres tels que $BrMgC^2H^5$ au bain d'huile; la réaction est violente et ne fournit que des produits résineux; il eût été cependant intéressant de reproduire sur cet alcool la transposition observée par l'un de nous [1] sur un bromure correspondant

$$\overrightarrow{Ar-(CH^3)-C=}CH\,Br \xrightarrow{-HBr} CH^3-C\equiv C-Ar.$$

Isomérisation. — La distillation à la pression ordinaire le transforme en aldéhyde *p*-méthoxyhydratropique; l'oxyde de méthylanisyléthylène de MM. Béhal et Tiffeneau [2] s'isomérise de même par distillation, mais ces deux composés diffèrent par toutes leurs autres propriétés physiques et chimiques. Les acides dilués effectuent également cette isomérisation; conservé dans le vide sulfurique, notre alcool vinylique s'isomérise également peu à peu en aldéhyde. La règle d'Erlennmeyer [3] se trouve une fois de plus confirmée, mais la transformation ne s'effectue pas spontanément, comme on pouvait le croire jusqu'ici.

Méthylation. — Traité à chaud en solution dans l'alcool méthylique sodé par le sulfate de méthyle, l'alcool vinylique se transforme en éther-oxyde correspondant

$$\begin{matrix} OCH^3-C^6H^4 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C=CHOCH^3.$$

Cet éther oxyde bout à 262°-264°; $d_0=1,073$; $d_{4°}^{15°,7}=1,0615$; cet oxyde fixe Br^2, il réduit instantanément le permanganate à froid; sa réfraction moléculaire concorde avec une double liaison dans la chaîne latérale. Chauffé avec l'acide sulfurique dilué, il se transforme quantitativement en aldéhyde *p*-méthoxyhydratropique. Cet éther-oxyde est identique à celui préparé récemment par l'un de nous [4] dans l'action de l'oxyde jaune sur la méthyliodhydrine de l'anéthol $OCH^3-C^6H^4-CH(OCH^3)-CHI-CH^3$.

Acétylation. — Chauffé au bain-marie avec l'anhydride acétique, l'alcool vinylique se transforme quantitativement en acétate (éb. 164°-165° sous 13^{mm}, 288° à la pression ordinaire); $d_0=1,124$; $d_{4°}^{16°,8}=1,111$; $n_D^{16°,8}=1,5409$; R. M. trouvée $=58,27$; R. M. calculée $=57,11$. Cet acétate vinylique fixe Br^2; il réduit le permanganate à froid; saponifié, il régénère l'alcool vinylique. Nous avons jusqu'ici échoué dans nos tentatives pour le préparer de toutes pièces en faisant agir HgO sur l'acétoiodhydrine de l'anéthol par une réaction analogue à celle qui a permis d'obtenir l'éther méthylique ci-dessus décrit; nous poursuivons néanmoins l'étude de cette réaction qui conduirait à l'obtention régulière d'autres alcools vinyliques.

---

(1) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 1348.
(2) Béhal et Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 596.
(3) Erlennmeyer, *D. ch. Ges.*, t. XIII, p. 309; t. XXV, p. 1781.
(4) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 593.

En résumé, les alcools vinyliques du type ArR = C = CHOH sont isolables; leur stabilité dans les milieux neutres ou alcalins est suffisante pour qu'on puisse songer à les obtenir régulièrement; l'étude du mécanisme de la réaction qui donne naissance au méthylanisyléthénol et la connaissance des propriétés des alcools vinyliques nous permettront probablement de préparer quelques autres représentants de cette classe de composés jusqu'ici inconnus.

BOTANIQUE. — *Sur un arbre à caoutchouc du Tonkin.* Note de MM. **Dubard** et **Eberhardt**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Parmi les végétaux producteurs de caoutchouc, on n'a signalé jusqu'à présent en Indo-Chine et particulièrement au Tonkin que des lianes appartenant exclusivement à la famille des Apocynées. Les tiges de ces végétaux n'acquièrent jamais un diamètre bien considérable et sont d'une exploitation difficile; il en résulte que le rendement reste toujours peu élevé, même lorsqu'on sacrifie les sujets. C'est pour cette raison qu'on a tenté la culture d'arbres d'introduction au premier rang desquels il faut citer l'*Hevea brasiliensis*, le *Manihot Glaziowii* et le *Ficus elastica ;* mais les résultats de ces essais, pour se faire longtemps attendre, n'en sont pas moins souvent peu satisfaisants. Il est donc d'un intérêt tout spécial pour notre colonie d'Extrême-Orient de posséder un arbre à caoutchouc de grande dimension, spontané sur son territoire et fournissant un bon produit. C'est cette découverte que nous nous proposons de faire connaître aujourd'hui.

L'essence productrice se rencontre au Tonkin, où elle forme des peuplements très denses dans toute la province de Bac-Kan et dans le sud des provinces de Bao-Lac et de Cao-Bang; elle croît de préférence sur les pentes dont le sous-sol est formé de schistes calcaires, de telle façon que l'humus garde une fraîcheur constante, sans qu'il y ait stagnation d'eau. Certains peuplements dans la forêt renferment jusqu'à 40 pour 100 d'arbres producteurs de caoutchouc.

Le latex qui s'écoule de ces arbres contient une proportion très élevée de caoutchouc, vraisemblablement supérieure à celle que donne l'*Hevea;* le produit est extrêmement nerveux, résistant, doué d'une grande adhésivité et, d'après les spécialistes les plus autorisés, ne peut être distingué commercialement des meilleures sortes de *Para;* vu la richesse particulière du

latex, il est probable que le procédé de coagulation par enfumage serait d'un emploi avantageux.

L'étude botanique de cet arbre nous permet de le rapporter au genre *Bleekrodea*, de Blume ([1]), qui rentre dans la tribu des *Fatouées*, famille des *Moracées;* ce genre comptait déjà deux espèces, l'une de Madagascar, l'autre de Bornéo. L'espèce du Tonkin est nettement distincte des deux autres, notamment par les caractères de la feuille et de l'inflorescence; nous en ferons le *B. tonkinensis*, dont voici les principaux caractères :

Arbre à croissance rapide, atteignant fréquemment de 10^m à 15^m de haut, à branches très ramifiées, écorce blanchâtre couverte de lenticelles, bois blanc inutilisable en menuiserie et ébénisterie.

Feuilles oblongues lancéolées, à bords sinueux, terminées par un long acumen recourbé latéralement; pétiole très court; nervures secondaires au nombre de cinq à sept paires, très saillantes sur la face inférieure, à peine visibles sur la supérieure; nervation tertiaire lâche, perpendiculaire à la précédente. Stipules petites, pointues, disposées latéralement et caduques de bonne heure.

Fleurs monoïques, disposées en petites cymes axillaires pédonculées et condensées au point de simuler une sorte de capitule; sur un même rameau, on trouve des inflorescences entièrement mâles, d'autres portant au centre une seule fleur femelle. L'axe de chaque cyme, ses courtes ramifications et les périanthes sont couverts d'un fin duvet.

La fleur mâle, à l'état de bouton, est presque sphérique; le périanthe est formé de quatre ou cinq sépales valvaires, formant une sorte de calyptre qui se subdivise à l'épanouissement en quatre ou cinq lobes triangulaires, sur les deux tiers de la hauteur du périanthe; l'androcée comprend quatre ou cinq étamines, épisépales, souvent inégales, à filets reployés dans le bouton, élastiques, fortement élargis à la base; les anthères sont biloculaires, presque globuleuses et fixées vers le milieu du connectif; au centre, on trouve un ovaire rudimentaire formant une sorte de plateau brunâtre; enfin chaque fleur mâle est munie de deux bractées accolées au périanthe.

La fleur femelle présente un périanthe tubuleux, terminé par quatre dents plus ou moins nettes, entourant l'ovaire comme dans une sorte de sac; appliquées sur ce périanthe, on observe deux bractées florales ovales et terminées en pointe; l'ovaire est sessile, uniloculaire et ne renferme qu'un seul ovule campylotrope, à micropyle supère et accroché tout à fait à la partie supérieure de la cavité; le style s'insère latéralement, vers le milieu de la hauteur de l'ovaire, dépasse peu l'enveloppe du périanthe et se subdivise en deux longs stigmates filiformes, un peu inégaux.

Le fruit (non mûr sur les échantillons examinés) est un akène monosperme, entouré du calice accrescent et charnu et des bractées florales également accrescentes; la graine est sans albumen et contient un embryon presque sphérique, à tigelle recourbée sur

([1]) Blume, *Mus. Bot. Lug. Bat.*, t. II, p. 87.

le dos d'un cotylédon; au degré de maturité observé, les cotylédons, très épais, sont sensiblement égaux.

En résumé : 1° L'absence de corolle, la courbure des étamines dans le bouton, la présence de laticifères dans l'appareil végétatif caractérisent une *Moracée*, l'organisation de l'inflorescence détermine une *Fatouée* et la structure du périanthe chez la fleur femelle est particulière au genre *Bleekrodea*;

2° L'ensemble des caractères botaniques montre que nous avons affaire à une espèce nouvelle, qui, s'ajoutant à deux espèces, l'une malgache, l'autre de Bornéo, vient fournir une nouvelle preuve de l'existence d'un ancien continent indo-malais-malgache;

3° L'espèce considérée présente un grand intérêt économique, parce que c'est le premier arbre à caoutchouc signalé en Indo-Chine, qu'elle forme des peuplements nombreux et denses et que son produit est de tout premier ordre.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la réception de l'excitant lumineux dans les yeux composés des Insectes, en particulier chez les Muscides.* Note de M. **P. Vigier**, présentée par M. J. Chatin.

La célèbre théorie de la *vision en mosaïque*, proposée par Johannes Müller (1826) pour expliquer le mécanisme de la vision par les yeux composés, a été, après bien des vicissitudes, restaurée et étendue par les recherches de S. Exner (1891), dont les conclusions sont généralement admises.

Sur la rétine totale, formée par la juxtaposition radiaire d'autant de rétinules qu'il y a d'ommatidies dans l'œil composé, se peindrait une image unique et droite, c'est-à-dire de même sens que l'objet. Cette *image rétinienne droite* se réaliserait, d'après Exner, selon l'un des deux processus suivants :

Soit par *apposition* d'autant de petites taches lumineuses qu'il y a d'ommatidies, l'impression reçue par chacune d'elles résultant de la concentration, à travers ses milieux transparents, d'un faisceau de rayons provenant d'une aire du champ visuel plus ou moins étroite et située dans le prolongement de l'axe de cette ommatidie;

Soit par *superposition* de taches ou de cercles de diffusion, se recouvrant en partie les uns les autres et renforçant l'impression; dans ce dernier cas, l'image totale, également droite, serait plus lumineuse que celle obtenue dans la mosaïque précédente.

Il n'est nullement question, comme on le voit, des petites images renversées qui sont projetées par la cornéule de chaque ommatidie, et dont

l'existence fut pourtant bien souvent constatée depuis l'observation mémorable de Leeuwenhoek.

Or la théorie de l'image rétinienne droite est contredite par nombre de faits tirés non seulement de l'étude de l'œil composé, mais aussi de celle, non moins importante, des voies de transmission qui unissent cet organe récepteur aux centres de la perception optique.

Pour montrer l'insuffisance de cette théorie, je prendrai tout d'abord l'exemple le plus typique, celui des Diptères.

Quelles sont les raisons pour lesquelles on refuse toute signification physiologique aux petites images renversées projetées par les cornéules? Les objections principales sont les suivantes. On prétend que :

1° S'il est vrai que, dans certaines conditions expérimentales, la cornéule projette une petite image renversée, cette image ne peut pas se former dans les conditions naturelles; car, dans ce cas, il existe derrière la cornéule un autre organe de réfraction, le cône, qui s'oppose à la formation de cette image et qui a pour rôle de concentrer en un faisceau les rayons provenant des objets situés sur le prolongement de l'axe de l'ommatidie;

2° Alors même qu'une image renversée se produirait, il n'existe pas, dans la rétinule de chaque ommatidie, de surface sensorielle capable de recevoir les impressions lumineuses diverses correspondant aux différents points de cette image : en raison de l'étroitesse de l'iris pigmentaire, de la forme et de la structure du rhabdome étiré suivant l'axe, il peut y avoir réception d'une tache lumineuse uniforme et sans détail, mais non d'une image.

Ces objections sont sans valeur dans un grand nombre de cas, en particulier dans le cas des yeux composés à ommatidies du type *pseudocône*, tels que ceux de la plupart des Diptères. Dans ces yeux il y a : 1° *formation d'une petite image renversée* dans chaque ommatidie; 2° *utilisation de l'aire centrale de cette image* pour l'impression lumineuse.

1° Dans le type *pseudocône*, en effet, il n'existe pas de cône capable de détruire l'image cornéulaire. Le pseudocône est un simple milieu transparent fonctionnellement comparable à un corps vitré. Comme Exner lui-même l'a constaté, la substance semi-fluide ou liquide de ce pseudocône, dont l'indice de réfraction est bien inférieur à celui de la cornéule, n'a qu'un rôle dioptrique insignifiant, et l'expérience prouve que les petites images renversées restent identiques et se forment à égale distance de la cornéule, quand on les examine derrière une cornée garnie de ses pseudocônes, ou dont les pseudocônes ont été enlevés et remplacés par un liquide de même indice de réfraction que l'hémolymphe de l'animal. Le pseudocône est donc incapable de modifier sensiblement la petite image cornéulaire.

J'ajouterai qu'il paraît en être de même pour un grand nombre d'yeux appartenant au type *eucône* de Grenacher, mais dont les cônes restent mous et semi-fluides.

2° D'autre part, les faits morphologiques que j'ai exposés dans une Note précédente, relative aux terminaisons photoréceptrices des Muscides ([1]), montrent qu'il existe, dans l'ommatidie de ces Insectes, sept rhabdomères indépendants, présentant à leur extrémité périphérique, qui traverse l'iris pigmentaire, une portion spécialement différenciée en une courte baguette réfringente, située au niveau où précisément se forme l'image projetée par la cornéule. En outre, la substance dans laquelle sont plongées ces baguettes réfringentes, perpendiculaires au plan focal, est en quelque sorte découpée en autant de petits territoires qu'il y a de rhabdomères, par des bandelettes qui cloisonnent la région axiale du plan de l'image. Le faisceau des sept baguettes de rhabdomères a un diamètre d'environ $3^{\mu},5$ à $4^{\mu},5$ dans les genres *Musca, Calliphora, Sarcophaga,* etc. Il se produit donc, dans une *aire centrale* de même dimension, non pas impression diffuse d'une tache lumineuse, mais sélection de rayons qualitativement différents concentrés en sept points voisins de l'image projetée. La présence des courtes bandelettes qui surmontent les interstices séparant l'extrémité des baguettes réfringentes, augmente sans doute la netteté de l'impression, en isolant les baguettes les unes des autres. Les rayons recueillis par chaque baguette sont déviés à l'intérieur de celle-ci, grâce à sa réfringence, et dirigés vers le rhabdomère correspondant qu'ils parcourent suivant sa longueur : il en résulte sept excitations de qualité différente, qui suffisent, étant donné le peu d'étendue de l'aire centrale utilisée, à la réception d'une petite image.

Que deviennent ces excitations? Se combinent-elles dans l'œil composé en une mosaïque correspondant à une image rétinienne totale, unique et droite, comme on l'a admis autrefois? Évidemment non; car ces images partielles sont renversées et, par conséquent, discordantes : *elles ne peuvent se juxtaposer ou se superposer dans l'œil en une image continue.*

La vision par l'œil composé ne saurait être expliquée par la seule étude de cet organe. C'est à tort que tous les auteurs se sont efforcés d'expliquer le mécanisme de la vision chez les Insectes et les Crustacées par l'étude exclusive de l'œil composé, sans tenir aucun compte de la disposition compliquée et tout à fait spéciale du tractus optique. Chez les Insectes, le tractus optique est formé de trois masses ganglionnaires (periopticum, epiopticum,

---

([1]) *Comptes rendus,* 16 septembre 1907.

opticum), qui se succèdent au-dessous de l'œil et qui sont reliées entre elles par des fibres entrecroisées. Les théories proposées ne rendent nullement compte des rapports réciproques de ces parties.

En réalité il se fait, chez les Muscides et chez d'autres Insectes : d'abord, au niveau du periopticum, une fusion des excitations semblables recueillies par des rhabdomères différents appartenant à des ommatidies voisines, et, par suite, une réduction du nombre des fibres conductrices ; puis une combinaison des excitations transmises en une image cérébrale totale, grâce à l'intervention des deux chiasmas successifs sur le trajet des voies optiques.

Ce que je tiens à préciser ici, c'est que, chez ces Insectes, chaque ommatidie reçoit, non pas une impression lumineuse diffuse, mais sept impressions distinctes correspondant à sept points voisins situés dans l'aire centrale d'une petite image renversée.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'évolution du carbone, de l'eau et des cendres en fonction de l'âge chez les plantes.* Note de M. **J. Tribot**, présentée par M. Alfred Giard.

Dans une précédente Note (¹) nous nous sommes occupé de l'évolution du carbone, de l'eau et des cendres en fonction de l'âge, sur l'Orge; nous donnons aujourd'hui les résultats d'une même étude sur l'Avoine.

En vue de déterminer l'évolution de la quantité qu'Ernest Solvay a désignée par $\frac{E_F}{E_C}$, E_F désignant l'énergie fixée et E_C l'énergie consommée, nous donnons dans le Tableau ci-après les variations de la chaleur de combustion, c'est-à-dire E_F; quant à E_C, qui, comme nous l'avons vu, se réduit à l'énergie calorifique et lumineuse, nous poursuivons l'étude des méthodes capables de le déterminer avec le plus de précision possible.

Nos expériences ont été faites dans les mêmes conditions que celles sur l'Orge et tous nos résultats se rapportent à une moyenne de dix échantillons.

De l'examen du Tableau, il ressort que :

1° On constate pour le poids total de la plante un maximum qui a lieu vers le soixante-quatorzième jour, la courbe du poids ayant la forme indiquée par Quételet pour la variation du poids de l'homme (²).

(¹) *Comptes rendus*, 2 avril 1907.

(²) Charles Henry et Louis Bastien, *A. F. A. S.*, Grenoble, 1904, p. 797. — Mlle Stefanowska, qui a étudié l'Avoine (*Comptes rendus*, 2 janvier 1905), a obtenu une courbe incomplète, n'ayant pas poussé assez loin les observations.

			Plante.						Terre.				
Nos. d'ordre.	Age en jours.	Taille de la tige.	Poids total de la plante.	Poids des tiges sèches.	H^2O sur 100 parties de plante.	Carbone sur 100 part. de tiges sèches.	Hydrogène sur 100 part. de tiges sèches.	Cendres sur 100 parties de tiges sèches.	Carbone sur 100 parties de terre sèche.	Cendres sur 100 part. de terre sèche.	Chaleur de combust. rapportée à 1g de tiges sèches.	Chaleur de combust. rapportée au poids total de tiges sèches.	Taux de minéralisation.
		mm	g										p. 100
180.	18	64,9	1,760	0,199	85,05	42,731	4,123	8,242	2,310	93,505	4,313	0,858	9,69
181.	20	66,3	1,610	0,171	86,40	43,293	4,892	8,474	1,830	95,246	4,710	0,805	9,80
182.	22	99,1	2,210	0,214	87,33	43,261	4,827	10,994	2,185	95,180	3,896	0,832	12,58
183.	25	116,1	2,070	0,186	88,50	?	4,720	14,517	2,541	92,090	3,910	0,727	16,39
184.	27	148,2	2,380	0,200	89,40	37,635	4,275	13,000	2,812	94,244	3,635	0,727	14,54
185.	29	158,0	2,230	0,199	89,05	43,360	4,665	12,500	1,984	94,291	4,532	0,906	14,03
186.	32	180,0	2,65	0,217	90,00	38,906	4,938	13,777	2,012	94,188	3,940	0,854	15,30
187.	34	177,1	2,75	0,246	89,12	42,817	4,878	17,757	2,124	93,207	3,615	0,888	19,92
188.	36	188,2	2,78	0,219	90,28	43,200	3,944	10,842	1,760	94,656	4,208	0,919	12,00
189.	39	196,3	3,29	0,245	93,70	42,631	?	11,235	2,456	89,990	?	?	11,98
190.	41	224,7	3,72	0,262	90,96	40,008	?	14,285	2,740	94,141	3,269	0,854	15,70
191.	43	215,5	3,26	0,276	88,68	42,500	4,523	10,213	2,082	93,230	3,410	0,941	11,51
192.	45	217,2	3,45	0,291	88,02	?	?	?	2,115	93,680	?	?	?
193.	49	228,4	3,61	0,378	86,92	39,708	5,126	13,682	3,070	93,807	2,818	1,062	15,74
194.	55	336,0	5,206	0,490	88,43	21,534	7,886	17,613	1,998	92,755	3,309	1,617	19,91
195.	58	341,0	7,150	0,680	?	29,363	3,222	20,000	3,785	93,245	2,862	1,944	?
196.	64	383,0	6,933	?	?	29,136	5,554	22,661	2,876	94,872	2,963	?	?
197.	74	430,0	7,453	1,003	84,55	32,199	?	18,942	?	?	2,795	2,795	22,40
198.	76	400,0	6,353	0,832	84,98	33,862	5,000	18,750	2,576	93,506	3,046	2,529	22,06
199.	83	350,0	4,713	0,410	81,13	19,375	5,253	19,024	3,983	94,201	3,309	1,356	23,44
200.	87	350,0	?	?	?	14,045	3,813	?	?	?	3,344	?	?
201.	92	330,0	4,181	0,420	73,61	19,333	5,774	17,337	2,816	93,007	3,240	1,360	23,55
202.	96	335,0	3,313	0,368	60,06	14,409	5,819	?	3,931	93,746	3,315	1,218	?

2° Le maximum de poids coïncide avec le maximum de la taille, qui a lieu vers la même époque et avec le maximum de la taille pour l'Orge, d'après la précédente Note.

3° De même que pour l'Orge, on constate, à partir du quarantième jour, une déshydratation lente et des oscillations considérables dans la minéralisation. Dans la dernière colonne du Tableau nous donnons le taux de minéralisation, c'est-à-dire le rapport de la matière minérale totale à l'eau totale, lequel grandit, en somme.

4° Si l'on considère la chaleur de combustion rapportée à 1^g de tige sèche de la plante on constate qu'elle diminue lentement, de $4^{Cal},313$ au dix-huitième jour elle est de $3^{Cal},315$ au quatre-vingt-seizième jour; ceci est à rapprocher du fait que le rapport entre le carbone et les cendres sur 100 parties de tiges sèches diminue à mesure que l'âge de la plante augmente, l'hydrogène suivant la même évolution que le carbone. Au contraire l'énergie fixée sur le poids total des tiges, exprimée par le produit de la chaleur de combustion par le poids de la tige sèche, passe par un maximum qui coïncide avec le maximum du poids et de la taille.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la loi psychophysique : applications à l'énergétique et à la photométrie.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Alfred Giard.

On trouve, dans la deuxième édition allemande de l'*Optique physiologique* de Helmholtz (p. 405 et suiv.), des recherches de König et Brodhun sur la relation entre i, l'intensité lumineuse, et $\frac{\delta i}{i}$, la variation relative de l'intensité nécessaire pour produire un accroissement d'une unité dans les numéros d'ordre de sensation du blanc et de divers λ.

Il est facile de voir que les expériences de König et Brodhun ne peuvent s'interpoler par la loi de Fechner modifiée

$$S = K \log\left(1 + \frac{i}{\mu}\right),$$

μ étant l'énergie interne initiale. Cette formule conduit pour $\frac{\delta i}{i} = f(i)$ à l'équation

$$\frac{\delta i}{i} = C\left(1 + \frac{\mu}{i}\right),$$

dans laquelle $C = e^{\frac{1}{K}} - 1$ ($e = 2,71828\ldots$). D'après l'expérience, $C = 0,0177$; c'est la

valeur qui correspond à $i = 10000$; C étant déterminé, il faut que les μ obtenus en remplaçant i et $\frac{\delta i}{i}$ par leurs valeurs observées soient constants; or μ varie de 0,35 pour $i = 0,02$ à 66,70 pour $i = 100$, dans le blanc (König). La formule de Fechner n'est donc pas vérifiée. Il est remarquable toutefois que la moyenne des valeurs de C obtenues pour les différents λ par les deux observateurs est très voisine des valeurs trouvées pour le blanc [0,0177 (König); 0,0157 (Brodhun)].

Nous avons donc cherché à tirer des expériences de König et Brodhun une nouvelle formule psychophysique : nous avons dû transformer les courbes $\frac{\delta i}{i} = f(i)$ en courbes $i = \varphi(S)$; cela a été possible, mais laborieux, connaissant les i correspondant aux minima perceptibles ($S = 1$).

Si l'on prend pour ordonnées, au lieu de i, $\log i$ et si l'on transporte l'origine de la courbe $i = \varphi(S)$ aux points $S = 320$, $\log i = 3,6$, on obtient une courbe, symétrique par rapport à sa nouvelle origine, dont l'équation, calculée par M. Louis Bastien, est, pour le blanc, $y = x\frac{810 - 0,007x^2}{102.400 - x^2}$. M. G. Hélitas a calculé :

$$\text{pour } \lambda = 575^{\mu\mu}, \qquad y = x\frac{522,4 - 0,0063x^2}{67.600 - x^2};$$

$$\text{pour } \lambda = 670^{\mu\mu}, \qquad y = x\frac{643 - 0,0124x^2}{82.944 - x^2};$$

$$\text{pour } \lambda = 605^{\mu\mu}, \qquad y = x\frac{469 - 0,00613x^2}{64.516 - x^2}.$$

Pour la deuxième de ces équations la symétrie a lieu autour du point $S = 260$, $\log i = 3,415$; pour la troisième, autour du point $S = 288$, $\log i = 3,7$; pour la quatrième, autour du point $S = 254$, $\log i = 3,53$. Pour les petits λ, ou bien les expériences n'ont pas été poussées jusqu'au minimum de $\frac{\delta i}{i} = \Psi(S)$ ou bien elles ne permettent pas d'en déterminer la valeur avec une exactitude suffisante. Nous compléterons ces données et ces équations, qui ont l'avantage d'une interprétation physiologique facile et suggestive de nouvelles études.

On peut représenter en gros la courbe $i = \varphi(S)$, dans le système d'unités de König et Brodhun, par trois tronçons : le premier de l'origine à $S = 240$, avec l'équation $i = 4,27S$; le deuxième, courbe, de $S = 240$ à $S = 550$, raccordant les deux autres; le troisième, de $S = 550$ à $S = 587$, fragment de droite, dont le coefficient angulaire est $1,88 \times 10^4$. Or l'on sait que, pour des S approchés du minimum perceptible, la proportionnalité à l'énergie électrique du courant qui circule dans le nerf conduit à des résultats vérifiés

par l'expérience ([1]) et que, en étudiant les lois d'établissement de la sensation, on retrouve cette proportionnalité pour des numéros d'ordre plus élevés ([2]). Dans les limites des expériences en question, la proportionnalité de l'énergie du courant électrique du nerf à l'énergie excitatrice extérieure est donc vérifiée. D'autre part, sans pouvoir préciser encore la fonction, on peut déduire de divers faits et des lois de la persistance de la sensation que l'énergie de réaction musculaire (réflexe), après avoir grandi dans le même sens que la sensation, passe par un maximum et décroît. Les numéros d'ordre de sensation sont donc liés à l'énergie physiologique d'excitation et de réaction par des relations précises, sinon complètement définies.

Nous pouvons aussi préciser l'élément subjectif qui entache, dans la notion d'*intensité lumineuse,* l'élément objectif. Ce dernier, proportionnel au carré de la vitesse du mouvement vibratoire (distance, ouverture de diaphragme, etc.), est mesuré par l'acuité visuelle, en somme par un repérage de deux traits sur un étalon fixe et concordant pour tous les hommes, l'excitation des mêmes éléments de la *fovea* : l'élément subjectif consiste en ceci que l'on détermine par comparaison à l'étalon non l'intensité i cherchée, mais les intensités i_1 et i_2 entre lesquelles elle est comprise et correspondant à des valeurs d'ailleurs indéterminées $S - 1$ et $S + 1$. En appliquant simplement la formule de Fechner (la formule complète donne des résultats peu différents), on trouve $i = \sqrt{i_1 i_2}$. Dans les photomètres fondés sur les changements de distance, on a $i_1 = Kd_1^2$, $i_2 = Kd_2^2$; d'où $i = Kd_1 d_2$. En prenant pour mesure de i la moyenne $K\left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)^2$, on commet l'erreur $-K\left(\frac{d_1 - d_2}{2}\right)^2$, résultat facile à interpréter.

En raison de cette erreur psychophysique, sensible surtout aux très petites et aux très grandes intensités, et d'autres difficultés graves dans la pratique, il semble logique de prendre pour variables photométriques : d'une part, un élément rigoureusement objectif, l'énergie; d'autre part, un élément subjectif, les aires des S correspondant aux différents λ. Cette méthode permettrait de déterminer les valeurs physiologiques *normales* des sources lumineuses, valeurs énergétiques qui ne sont pas différentes, sui-

---

([1]) *Comptes rendus,* 8 juin 1896; *Société de Biologie,* 18 juillet 1896.
([2]) *Comptes rendus,* 19 octobre 1896.

vant une remarque profonde d'Ernest Solvay, des valeurs économiques normales [1].

M. **René Horand** adresse une Note *Sur le rouge du sapin*.

(Renvoi à l'examen de M. Prillieux.)

M. **Augustin Coret** adresse une Note intitulée : *Illusion d'optique produite par les rayons des voitures marchant à grande vitesse.*

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 octobre 1907.

Memento du Chimiste (ancien *Agenda du Chimiste*), recueil des tables et documents divers indispensables aux laboratoires officiels et industriels, publié sous la direction de MM. A. Haller, Membre de l'Institut, et Ch. Girard. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Haller.)

Emanuel Swedenborg opera quædam aut inedita aut obsoleta de rebus naturalibus, nunc edita sub auspiciis Regiæ Academiæ Scientiarum Suecicæ : I. *Geologica et epistolæ*, præfatus est Gustaf Retzius, introductionem adjunxit Alfred-G. Nathorst, edidit Alfred-H. Stroh. Stockholm, 1907, 1 vol. in-4°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Congrès préhistorique de France; Session de Périgueux, 1905 : I. *Discours d'inauguration;* II. *Mes fouilles dans la Dordogne de* 1887 *à* 1905*;* III. *Le squelette humain de Moustier;* IV. *La grotte de Liveyre*, par Émile Rivière. Le Mans, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

---

(1) *Formules d'introduction à l'Energétique*, p. 36.

Trente-sept années de fouilles préhistoriques et archéologiques en France et en Italie, par M. E. RIVIÈRE. (Extr. des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences;* Congrès de Lyon, 1906.) Paris, 1907; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Les Oiseaux observés en Belgique. 2e Partie : *Les Ptilopaides,* suivie de quelques Notes complémentaires sur les Turdinés de la faune belge, par MARCEL DE CONTRERAS. Bruxelles, F. Vanbuggenhoudt, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Delage.)

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. A. ANGOT; année 1903 : I. *Mémoires.* Année 1904 : II. *Observations.* Paris, Gauthier-Villars, 1907; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Bulletin de l'Institut océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco) : n° 102. *Note sur une forme jeune de Trigla,* par le Dr M. JAQUET; n° 103. *Note sur les Brachiopodes recueillis au cours des dernières croisières du Prince de Monaco,* par L. JOUBIN; n° 104. *Sur quelques formes larvaires énigmatiques d'Eucyphotes, provenant des collections de S. A. S. le Prince de Monaco,* par H. COUTIÈRE. Monaco, 1907; 3 fasc. in-8°.

Solar Physics Committee. *Report of the Solar eclipse expedition to Palma, Majorca,* august 30, 1905; prepared under the direction of Sir NORMAN LOCKYER. Londres, 1907; 1 fasc. in-4°.

Universidad nacional de La Plata. Observatorio astronomico. *Comunicaciones elevadas á la Universidad, con motivo del viaje hecho á Europa por el Director* Dr FRANCISCO POSSO DE SOMENZI, décembre 1906. La Plata et Buenos-Aires, 1907; 1 fasc. in-f°.

Efemerides del Sol y de la Luna para 1907. La Plata, 1907; 1 fasc. in-4°.

Katalog öfver K. Vetenskaps-Societetens utställning af Linné-porträtt. Upsal, 1907; 1 fasc. in-12.

Nova acta Regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis; seriei IV, t. I, fasc. 2. Upsal, 1906-1907; 1 vol. in-4°.

Verhandlungen der russisch-kaiserlischen mineralogischen Gesellschaft zu St-Petersburg; 2e série, Bd. XLIV, Lief. 1. Saint-Pétersbourg, 1906; 1 vol. in-8°.

Memoirs of the Department of Agriculture in India; t. I, n° 1, part II. *Studies in Root-parasitism,* by C.-A. BARBER : *The haustorium of « Santalum album »*; part 2 : *The structure of the mature haustorium and inter-relations between host and parasite.* Calcutta, 1907; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 OCTOBRE 1907.

Discours d'ouverture des cours de Zoologie donnés dans le Muséum d'Histoire naturelle (an VIII, an X, an XI et 1806), par J.-B. LAMARCK. Avant-Propos par M. A. GIARD, et Introduction bibliographique par M. LANDRIEU. (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique,* t. XL.) Paris, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Giard.)

Notice sur la Carte hypsométrique du Portugal, par PAUL CHOFFAT, avec une Carte tectonique. (Extr. du Tome VII des *Communicaçoes* du Service géologique du Portugal.) Lisbonne, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Commissão do Serviço geologico. *Carta hypsometrica de Portugal;* escala $\frac{1}{500000}$, 1906 : folha do Norto, folha do Sul. 2 feuilles in-plano.

Les enfants anormaux, guide pour l'admission des enfants anormaux dans les classes de perfectionnement, par ALFRED BINET et TH. SIMON, avec une préface de LÉON BOURGEOIS. Paris, Armand Colin, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaston Bonnier.)

Le mouvement du Soleil dans l'espace, par COSTE DE LAGRAVE. Paris, Maloine, 1907; 1 fasc. in-12.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, LXXXIIIe année, 1re et 2e Partie, 1907. Paris, Épinal, 1907; 1 fasc. et 1 vol. in-8°.

Recueil des actes du Comité médical des Bouches-du-Rhône; t. XLV, avril 1906-avril 1907. Marseille, 1907; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

La séance du 7 octobre a été présidée par M. CHAUVEAU.

(Séance du 23 septembre 1907.)

Note de M. *Louis Henry*, Sur les séries de méthylation de l'alcool éthylique, etc. :

Page 549, ligne 14 en remontant, *au lieu de* $(CH^3)^2.CH.CH^2-C^3H^2X$, *lisez* $(CH^3)^2.CH.CH^2-CH^2X$.

Même page, ligne 11 en remontant, *au lieu de* M. de Tessier, *lisez* M. Tissier.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 OCTOBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Henri Becquerel** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Depuis notre dernière séance un deuil aussi cruel qu'imprévu a frappé l'Académie. Notre éminent confrère M. Lœwy, l'un de nos doyens, s'est éteint subitement mardi dernier pendant qu'il parlait dans le Conseil des Observatoires astronomiques; belle mort d'un travailleur qui ne connut jamais le repos.

Pour respecter une volonté formellement exprimée, aucun discours ne fut prononcé sur sa tombe; nous lui rendrons plus tard l'hommage qu'a mérité le savant.

Aujourd'hui, avant de reprendre nos travaux, je veux seulement rappeler en quelques mots ce que fut le confrère que nous regrettons tous.

Né en 1833 à Vienne, en Autriche, Maurice Lœwy avait vingt-sept ans lorsque Le Verrier l'appela à l'Observatoire de Paris; il devint Français quatre ans plus tard et fit honneur à sa nouvelle patrie.

Des études sur les comètes et les planètes, l'idée d'un nouvel instrument équatorial, qu'il devait réaliser plus tard, la détermination précise des longitudes entre Paris et les villes d'Alger, de Marseille, de Berlin et de Vienne, le conduisirent en 1873 à l'Académie des Sciences dont il fut nommé membre en remplacement de Delaunay.

A partir de ce moment ses travaux se multiplient et prennent une importance pratique tout à fait remarquable. Il imagine, pour déterminer la flexion

astronomique des lunettes, un dispositif aussi simple que précis dont l'application fournit la solution de ce problème capital pour l'Astronomie de position.

L'originalité de son esprit d'observateur se révèle dans des méthodes qui permettent de déterminer rapidement les coordonnées absolues des étoiles avec une exactitude que les méthodes antérieures atteignaient seulement au prix des plus patientes observations.

Par un artifice ingénieux il détermine directement les variations des positions relatives de deux étoiles, dont les images, réfléchies sur deux miroirs solidaires, viennent se former dans le plan focal d'un même instrument, et la méthode nouvelle s'applique à la mesure de la constante de l'aberration et à l'étude si délicate de la réfraction astronomique.

Nous connaissons tous, pour les avoir vus ici même, les admirables clichés de la Lune obtenus avec le bel équatorial coudé que Lœwy avait fait construire sur ses plans, et dont il avait étudié minutieusement tous les détails. La collaboration de M. P. Puiseux a permis d'amener les images et leur interprétation au dernier degré de perfection qu'il semble possible de réaliser aujourd'hui.

Sans insister davantage sur les soins apportés à la publication de la *Connaissance des Temps* et sur d'autres travaux nombreux et utiles, je vous dirai encore que, la veille de sa mort, notre confrère avait donné le bon à tirer d'un important Mémoire sur une méthode permettant de déterminer, avec un minimum de travail, les erreurs de division d'un cercle.

Depuis Bessel, Lœwy fut un de ceux qui contribuèrent le plus aux progrès des méthodes de haute précision dans les observations astronomiques.

Doué d'une persévérance qui ne se laissait décourager par aucun obstacle, il avait cette grande force de savoir concentrer son activité intellectuelle sur un seul objet, jusqu'à ce qu'il eût atteint le but qu'il s'était proposé.

Rappellerai-je enfin l'élévation du caractère et la bienveillance du cœur de notre confrère regretté, dont la belle vie de continuité dans le travail laisse non seulement une œuvre, mais un exemple.

L'Académie des Sciences exprime sa reconnaissance aux Académies et aux Sociétés étrangères qui ont pris part à son deuil en se faisant représenter aux obsèques de M. Lœwy : l'Académie des Sciences de Vienne par M. Von Lang, l'Académie Royale des Lincei par M. Blaserna, la Royal Society de Londres, ainsi que l'Astronomical Society et la British Association par Sir David Gill et le Major Mac-Mahon.

ASTRONOMIE. — *Sur les passages de Mercure devant le Soleil, et en particulier sur celui du 14 novembre prochain.* Note de M. G. **Bigourdan.**

Dans une précédente Note [1] j'ai indiqué quelques-unes des observations auxquelles se prêtent les passages de Mercure. Je vais ici compléter ces indications et rappeler, en outre, les apparences physiques variées qui se sont montrées dans le passé.

Mesure des distances des bords de Mercure à ceux du Soleil. — Ces distances permettent de conclure les heures des contacts. On les mesurera donc avec toute la précision possible, ce qui présente des difficultés, surtout avec un micromètre filaire, parce que les fils cachent précisément les points que l'on vise. On préférera donc un micromètre à double image ou un micromètre à pointes. On peut recommander aussi l'emploi d'une série graduée de prismes à double image, tels que ceux qui furent employés lors des derniers passages de Vénus.

Forme du disque de Mercure, vu sur le Soleil. — Pour l'immense majorité des observateurs, ce disque a paru parfaitement rond. Cependant Gallet à Avignon, en 1667, le trouva ovale, son plus grand axe étant parallèle à l'équateur; et Lalande aussi, en 1779, crut remarquer un aplatissement sensible. Vingt ans après, Flaugergues trouva également que le disque de Mercure était sensiblement elliptique : son grand axe faisait, dit-il, un angle de 50° à 60° avec l'écliptique du côté de l'est; mais il ne donne cette observation que comme un simple *soupçon,* sa lunette n'étant pas assez forte. Enfin en 1878, le P. Lamey crut aussi voir Mercure ovale.

Satellites vus pendant les passages. — Quelquefois on a vu se projeter sur le Soleil un petit point noir qui accompagnait Mercure, et qui en serait un satellite. C'est ainsi que Schenk, en 1832, crut voir un satellite distant de la planète d'environ les $\frac{2}{3}$ de son diamètre. Mais les recherches systématiques de satellites faites en 1878 par les observatoires de Dun Echt, Melbourne, Washington, etc., donnèrent des résultats négatifs.

Occultations de taches solaires et de facules par Mercure. — *Obscurité du disque de Mercure.* — En avançant sur le Soleil, Mercure occulte divers détails

---

[1] *Voir* p. 609-613 du présent Volume.

de la surface solaire. Quand il est sur le point d'atteindre le noyau d'une tache ([1]), il doit se produire généralement un pont.

Lorsque le noyau d'une tache est ainsi occulté, ou même lorsque Mercure passe simplement au voisinage de ce noyau, il est facile de comparer sa teinte et son éclat à ceux de la tache : toujours Mercure a été trouvé plus noir que le noyau de la tache.

L'observation des taches et des facules, quand elles sont en partie occultées, pourrait mettre en évidence l'existence d'une atmosphère de Mercure, qui déformerait les détails de la surface solaire.

Détermination du diamètre et de l'aplatissement de Mercure. — Quoique mesuré fréquemment, ce diamètre est un des plus incertains; en temps ordinaire, il se mesure difficilement à cause des phases, mais les passages devant le Soleil offrent des circonstances éminement favorables à sa détermination, et surtout à la mesure de son aplatissement. Comme pour les mesures des distances des bords, au micromètre filaire on préférera un micromètre à double image ou un micromètre à pointes.

L'aplatissement ainsi obtenu paraît à l'abri de la critique, mais il n'en est pas de même des valeurs absolues des diamètres : quand ils sont mesurés sur fond brillant, ils ne peuvent être comparables à ceux que l'on obtient sur fond relativement obscur.

Comme les diamètres changent avec l'ouverture de l'objectif, si l'on dispose d'assez de temps et d'un instrument puissant, il sera utile de faire des mesures complètes avec diverses ouvertures libres; et chaque fois il sera bon de mesurer aussi le diamètre du Soleil, ce qui permettra de rendre toutes les mesures bien comparables.

Cette influence de l'ouverture de l'objectif n'explique pas complètement les résultats extrêmement divergents obtenus parfois; ainsi, en 1868, O. Struve obtient 6",84 pour le diamètre de Mercure (objectif de $0^m,38$ diaphragmé à $0^m,064$) tandis que Copeland trouva 9",95 (héliomètre).

Détermination de la position de Mercure sur le Soleil. — Après les observations des contacts, cette détermination est celle qui attirait surtout l'attention des anciens observateurs, et ils la faisaient généralement au quart de cercle, en notant les passages des bords du Soleil et de Mercure à un fil horizontal et à un fil vertical. On peut dire que cette méthode, laborieuse quant aux

---

([1]) Dans le prochain passage, Mercure ne passera pas dans la région des taches solaires, mais se tiendra toujours vers le pôle boréal du Soleil.

calculs, est complètement abandonnée : on n'emploie guère aujourd'hui que des instruments parallactiques, au moyen desquels, avec un micromètre filaire, on rapporte les bords de Mercure à ceux du Soleil (¹) par différences d'ascension droite et de déclinaison.

On a déjà dit que dans le prochain passage Mercure restera toujours au voisinage du bord boréal du Soleil; on pourrait donc être tenté de ne le rapporter qu'à ce bord; mais alors les résultats seraient probablement défectueux à cause de l'incertitude, déjà signalée, qui affecte les diamètres. On rapportera donc les deux bords de Mercure chacun aux deux bords du Soleil, tant en ascension droite qu'en déclinaison. En outre, il ne sera pas inutile de faire ces observations avec diverses ouvertures libres de l'objectif.

Anneaux vus autour du disque noir de Mercure. — Dans divers passages, Mercure, vu en noir sur le Soleil, a paru entouré d'un anneau plus ou moins large; tantôt cet anneau a été *brillant*, c'est-à-dire plus lumineux que les régions avoisinantes de la surface solaire, et tantôt *sombre*, c'est-à-dire d'éclat intermédiaire entre celui du disque noir de Mercure et le fond éclatant formé par le disque solaire.

Anneaux brillants. — Un tel anneau fut déjà vu pendant toute la durée du passage de 1736, par Plantade (²), qui observait à Montpellier. « Je voyais clairement, dit-il, cet anneau par toutes les lunettes, et surtout avec celle de 25 pieds, principalement lorsque je regardais le Soleil avec des verres noircis, dans l'endroit où ils sont le plus sombres. Mercure m'a paru fort rond, noir et très distinct, ainsi que son anneau lumineux. »

En 1786, Prosperin, Flaugergues, etc. virent aussi un anneau lumineux, mais ce dernier le considère comme une illusion; les passages de 1789 et de 1799 le confirmèrent dans cette opinion.

En 1789, Méchain, Messier, etc. aperçurent aussi un anneau très mince et faiblement lumineux.

Dans le passage de 1868 un anneau brillant fut encore vu et dessiné par M. Huggins; sa largeur égalait environ le tiers du diamètre de Mercure, et

---

(¹) Dans le passage du 14 novembre prochain, à Paris comme en beaucoup d'autres lieux, Mercure sera sur le Soleil à midi vrai : on pourra donc déterminer la position de Mercure sur le Soleil à l'aide des instruments méridiens.

(²) *Hist. de la Soc. royale des Sc. de Montpellier, avec les Mém...*, t. II, 1778, p. 166. Voir aussi *Hist. de l'Acad. r. des Sciences* [de Paris], année 1736 : *Mémoires*, p. 440.

il ne présentait aucune dégradation depuis le bord de la planète jusqu'à sa limite extérieure.

En 1878, un anneau lumineux fut également vu par Brett, Karlinski, Maxwell Hall, Schmidt, et par divers observateurs de Greenwich. Pour Brett, cet anneau était deux fois aussi brillant que le Soleil; Karlinski lui attribue 1″ à 1″,5 de largeur et il ne l'apercevait qu'en employant un verre bleu foncé : avec un verre orangé il ne le voyait plus. Dunkin trouvait à cet anneau une apparence rayonnée. Enfin des photographies prises par M. Maunder semblaient présenter quelques traces d'un anneau brillant autour de Mercure. A Morrison Observatory, le chercheur de 3 inches montrait un halo parfait qui resta visible tout le temps de l'observation et qu'il fut impossible de voir avec un équatorial de 12 inches, diaphragmé à 7 : les constatations furent faites par plus de cinquante personnes.

Anneau sombre. — Un anneau sombre fut vu en 1799 par Schröter et par Harding; sa largeur égalait à peu près le diamètre de la planète. Köhler, à Dresde, vit aussi un anneau analogue; et il en fut de même en 1802 pour Ljungberg à Copenhague.

En 1832, les observateurs de Greenwich virent un anneau violacé dont la couleur était plus foncée près des bords de la planète; et Schumacher, à Altona, remarqua une atmosphère bleuâtre autour de Mercure.

Dans le passage de 1848, Alexander et Loomis notèrent un anneau sombre qui ne se montrait que lorsque le Soleil était voilé. Et, en 1868, Oppolzer observa un anneau gris de 3″ de large, mais il le considére comme une illusion.

Lors du passage de 1878, Arcimis, à Cadix, avec un réfracteur de $0^m,110$ d'ouverture et des grossissements variés de 92 à 230, vit un anneau sombre de 8″ à 10″ de large; et Ledger, avec des moyens analogues, vit aussi un anneau sombre de largeur égale aux deux tiers du diamétre de Mercure. A Dun Echt, une lunette diaphragmée à $0^m,025$ montra aussi des traces d'anneau gris.

Ces apparences sont si diverses, si opposées même, qu'on est tenté de les considérer comme de pures illusions. Mais Jenkins, qui en admet la réalité, pense que dans les passages de mai l'anneau qui se montre autour de Mercure est sombre, nébuleux, violacé, tandis que dans ceux de novembre il est, au contraire, plus brillant que le fond solaire.

Examen au spectroscope des anneaux qui entourent Mercure. — L'examen de ces anneaux au moyen du spectroscope pourrait décider si leur existence

est réelle : si Mercure a une atmosphère, elle produira sans doute des lignes d'absorption spéciales qui seront d'autant plus faciles à constater que les points contigus du disque solaire fournissent un spectre de comparaison très bien placé.

Apparences lumineuses vues sur le disque noir de Mercure. — Ces apparences ont présenté aussi des aspects très variés; les unes étaient de simples points lumineux et les autres des plages plus ou moins larges, plus ou moins définies : la plus ancienne observation de ce genre paraît être celle de Wurzelbaur en 1697.

Points lumineux. — En 1799, Schröter et Harding à Lilienthal, Köhler à Dresde aperçurent sur le disque de Mercure un point brillant, nettement défini et excentrique; les observateurs de Lilienthal le virent se déplacer, et Schröter l'aperçut tantôt à droite et tantôt à gauche. En 1832, Schumacher, à Altona, vit près du centre de la planète un point brillant et un point *noir*. En 1868, M. Huggins observa un point lumineux qui est figuré très net sur son dessin; il était près du centre, un peu au sud et à l'est, et conserva la même position pendant toute la durée de l'observation. Un passage artificiel, produit par un disque de grandeur convenable et projeté sur le Soleil, ne montra aucun point brillant sur ce qui figurait la planète.

En 1878, un point lumineux fut aperçu dans le voisinage du centre de Mercure par MM. Christie, Criswick, Downing, Dunkin, etc. à Greenwich; par Proctor et sa fille à Londres; par E. Ledger à Ipswich; par Maxwell Hall à la Jamaïque, etc. Penrose, à Colebyfield-Wimbleton, vit un point lumineux vacillant. Criswick vit même deux points brillants : le plus clair était près du centre du disque, un peu à l'est, et l'autre, peu brillant, était dans le sud; d'ailleurs, ces deux points n'étaient pas toujours visibles. Quant à MM. Landrech et Wilson, qui observaient au voisinage d'Albany, ils virent près du centre un point brillant un peu allongé en forme de poire et qui conserva toujours la même position pendant 4 heures 30 minutes. Ajoutons que divers de ces observateurs considèrent ces apparences comme des illusions; ainsi, Proctor l'attribue à une réflexion dans l'oculaire. Beaucoup d'autres ne purent apercevoir de point lumineux.

Powell a essayé d'expliquer l'existence, la réalité de ce point brillant, par la diffraction; mais on ne voit pas bien pourquoi ce point serait mobile, excentrique, placé à droite pour les uns et à gauche pour les autres : en admettant la réalité objective de ce point et en discutant les observations de divers passages, Jenkins conclut qu'il doit toujours se montrer au sud du

centre de la planète, mais vers l'ouest dans les passages de novembre, vers l'est dans ceux de mai.

Taches lumineuses. — En 1697, Wurzelbaur, à Erfurt, vit sur Mercure une tache blanc grisâtre. Des apparences analogues ont été vues bien souvent depuis, par exemple par Fritsch et d'autres en 1802. En 1832, G. Moll, à Utrecht, avec des lunettes diverses et des oculaires variés, aperçut aussi une tache grisâtre dont il donne une esquisse et qui occupa toujours la même position excentrique : son contour n'était pas bien défini, et sa teinte passait graduellement du gris blanc au noir de la planète. Dans le passage de 1848, Reade à Stone, et B. Dell à Hartwell, virent sur Mercure une tache analogue, grise, dont l'intensité diminuait du centre du disque vers les bords. En 1868 Browning vit même deux taches : elles étaient grises, rapprochées l'une de l'autre, toutes deux au sud du centre, et différentes dans leur intensité lumineuse.

Dans le passage de 1878, le disque noir de Mercure présenta aussi des apparences analogues à beaucoup d'observateurs : De Boë, à Anvers, note une tache blanche très visible; M. Thackeray, à Greenwich, observe au milieu du disque noir une tache confuse de lumière, variable de grandeur et d'éclat suivant que le Soleil était plus ou moins obscurci par les nuages. A Greenwich encore, Tupman voit par instants une tache vaporeuse qui se montre tantôt d'un côté du disque, tantôt de l'autre, et même des deux côtés à la fois. Common, à Ealing, aperçoit aussi une grande tache blanche vaporeuse au sud du centre; Pritchard, à Oxford, trouve le centre de la planète moins noir que les bords, et les observateurs de Dun Echt notent un décroissement distinct de couleur du centre vers les bords.

Ces anneaux aperçus autour de Mercure, et surtout ces parties lumineuses vues sur le disque obscur de la planète, pourraient bien avoir leur origine dans l'instrument employé, ou dans l'œil de l'observateur; notre atmosphère elle-même peut y exercer quelque influence. Cependant, ils ont été notés si souvent et par tant d'habiles astronomes, attentifs à varier les conditions d'observation, qu'il ne paraît pas encore possible de les regarder comme de pures illusions. Pour décider sur leur vraie nature, il faudrait au moins se livrer à une discussion d'ensemble [1], qui d'ailleurs serait peut-être

(1) De l'Isle avait annoncé, en 1753, le projet de rassembler toutes les observations des passages de Mercure, mais il ne l'exécuta point. Un tel travail, étendu jusqu'à maintenant, serait fort utile.

bien difficile, faute de connaître suffisamment les moyens instrumentaux employés. Aussi est-il désirable que les observations du prochain passage soient conduites de manière à éliminer les causes d'illusions qui ont pu se produire dans le passé. C'est ce qui nous amène à donner quelques indications à ce sujet [1].

Instruments. — Le diamètre de Mercure en conjonction inférieure est de 10″ à 12″; et l'on sait que, pour qu'une tache soit visible à l'œil nu sur le Soleil, son étendue ne doit pas être notablement inférieure à 60″; de sorte que, contrairement à l'opinion des anciens astronomes, les passages de Mercure sur le Soleil ne sont pas visibles à l'œil nu. Les résultats, et notamment les heures des contacts, peuvent varier avec la puissance des instruments employés : tout en donnant la préférence aux lunettes assez puissantes, on ne négligera pas les résultats fournis par les petites.

Le mode d'observation a aussi une grande influence : on peut ou viser directement le Soleil, ou observer par projection, comme le fit Gassendi lors du premier passage observé, celui de 1631 : dans ce dernier procédé on fait former l'image du Soleil sur un écran placé au delà de l'oculaire par rapport à l'objectif. L'observation est ainsi plus facile et l'on a une vue générale du phénomène, mais on perd les détails les plus délicats; en fait, dans les observations visant un résultat utilisable, au moins au point de vue géométrique, ce moyen doit être rejeté : Le Verrier l'a montré depuis longtemps [2].

On visera donc directement le Soleil, et par suite il sera généralement indispensable d'affaiblir sa lumière : on peut employer pour cela divers moyens bien connus, les mêmes que dans l'observation des éclipses de Soleil. Un autre moyen à recommander, et qui fut employé lors des derniers passages de Vénus, c'est de recouvrir la face extérieure de l'objectif d'une demi-argenture déposée chimiquement, qui, entre autres avantages, a celui d'être très efficace pour empêcher l'échauffement de l'air contenu dans le tube. Quel que soit le moyen employé, on aura soin aussi d'éviter l'échauffement du tube, etc.

---

(1) Si le lieu d'observation n'est pas imposé, on le choisira en tenant compte surtout des chances de beau temps, des hauteurs du Soleil à l'entrée et à la sortie, de l'altitude, etc. Les coordonnées géographiques du lieu d'observation devront aussi être déterminées avec soin.

(2) *Annales de l'Observatoire de Paris : Mémoires,* t. V, p. 40.

La mise au point devra être l'objet d'un soin spécial et correspondre à la température du moment de l'observation.

A ce qu'il semble, il faudrait employer concurremment des réfracteurs et des réflecteurs, s'assurer du bon état de toutes leurs surfaces peu avant l'observation, les diaphragmer toujours en avant et avec des écrans noircis de grandeurs et de formes variées. On supprimera les pièces fixes qui servent d'ordinaire à l'éclairage du champ et qui, placées sur le trajet des rayons lumineux utiles ou dans leur voisinage, pourraient donner des réflexions nuisibles. Si l'instrument est monté équatorialement et peut prendre deux positions, alternativement on l'amènera à droite et à gauche de l'axe horaire, ce qui aura pour effet de tourner tout le système de 180°. On emploiera les chercheurs comparativement avec l'instrument principal; on supprimera, au moins quelque temps, les micromètres, surtout ceux à gros fils, et l'on variera aussi les oculaires et les verres colorés d'un grand nombre de manières. Il serait bon aussi que divers observateurs voisins fissent un échange momentané de leurs instruments, sans se communiquer leurs impressions avant de les avoir écrites d'une manière bien indépendante. Enfin, toutes les circonstances de l'observation, avec dessins à l'appui, devront être notées minutieusement.

Grâce à ces précautions on peut espérer que le prochain passage de Mercure nous fixera définitivement sur la cause des phénomènes qui accompagnent d'ordinaire ces passages.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques formules relatives aux minima des classes de formes quadratiques, binaires et positives.* Note de **G. Humbert**.

L'extension de la méthode d'Hermite conduit à des relations arithmétiques où figurent non seulement les nombres des classes de discriminant donné, mais encore les minima de ces classes ou leurs carrés. Je conserve, dans ce qui suit, les notations de ma dernière Communication [1].

1. En multipliant membre à membre les développements en séries de Fourier de $\eta_1\theta_1\theta H_1\Theta_1 H : \Theta^2$ et de $\theta_1\theta H : H_1$, on obtient celui de $\eta_1\theta_1^2\theta^2 H^2\Theta_1 : \Theta^2$. D'après Hermite (*Lettre à Liouville*), le terme constant dans ce dernier dé-

[1] *Comptes rendus*, 1er juillet 1907.

veloppement est $4\theta^2 A$, étant posé

$$A = \sum_{\nu=0}^{\infty} q^{\nu+\frac{3}{4}} F(4\nu+3),$$

où $F(n)$ est le nombre des classes de formes de l'ordre propre ayant pour discrimant n. Le calcul direct du terme constant dans la multiplication indiquée ci-dessus donne

$$A\theta^2 = \sum_{N=0}^{\infty} q^{N+\frac{3}{4}} \left[\sum (-1)^{\mu+\rho+1} (4\mu - 2) \right],$$

la dernière somme s'étendant à celles des solutions entières m, μ, ρ de l'équation

$$4N + 3 = 4m^2 - (2\mu - 1)^2 + 8m\rho,$$

qui vérifient les inégalités $m \geqq 1$, $\rho \geqq 0$, $1 \leqq \mu \leqq m$.

Le calcul de la somme en question s'effectue sans trop de difficultés; on trouve ainsi

$$\sum (-1)^{\mu+\rho+1} (4\mu - 2) = \frac{1}{2} (-1)^N \sum (m_2 - m_1) (-1)^{\frac{1}{2}(m_1-1)},$$

où la dernière somme s'étend aux classes propres de discriminant $4N + 3$; m_1 et m_2 ($m_1 \leqq m_2$) sont les deux *minima impairs* d'une quelconque de ces classes. De là résulte immédiatement la relation

$$(1) \qquad \sum_{\nu \geqq 0} F(4N + 3 - 4\nu) (-1)^\nu f(\nu) = \frac{1}{2} (-1)^N \sum (m_2 - m_1) (-1)^{\frac{1}{2}(m_1-1)}.$$

Au premier membre, la somme porte sur les valeurs entières de ν, à partir de $\nu = 0$, telles que $4N + 3 - 4\nu$ soit positif; $f(\nu)$ désigne le nombre de représentations de ν par la forme $x^2 + y^2$, c'est-à-dire

$$f(\nu) = 4 \sum (-1)^{\frac{d-1}{2}},$$

d désignant tout diviseur impair de ν; $f(0) = 1$.

Si l'on utilise l'expression de $A\theta$ trouvée par Hermite (*Lettre à Liouville*), on peut écrire (1), en désignant par $\psi(n)$ la somme des diviseurs de n inférieurs à $\sqrt{n}$,

$$(2) \qquad \frac{1}{2} \sum (m_2 - m_1) (-1)^{\frac{1}{2}(m_1-1)} = \sum_{x \gtreqless 0} \psi(4N + 3 - 4x^2),$$

x prenant, au second membre, les valeurs entières, positives ou négatives, telles que $4N + 3 - 4x^2$ soit positif.

En opérant de même sur $\eta_1^2\theta_1\theta HH_1 : \Theta^2$ et $\theta_1\Theta_1 H : H_1$, on obtiendrait l'expression de $A\eta_1\theta$, ce qui conduit à la formule

$$(3) \qquad \sum_{\nu \geqq 0} F(4N - 4\nu - 1)(-1)^\nu f(4\nu + 1) = \sum_c m(-1)^{\frac{m_1+m_2+2}{4}};$$

La somme, au second membre, s'étend cette fois aux classes propres de discriminant $4N$; m_1 et $m_2\,(m_1 \leqq m_2)$ sont encore les deux *minima impairs*, m est le minimum pair d'une quelconque de ces classes.

On peut écrire aussi

$$(4) \qquad \sum m(-1)^{\frac{m_1+m_2+2}{4}} = 4(-1)^{N+1} \sum_{x \geqq 0} \psi[4N - (2x+1)^2].$$

Les formules (3) et (4) sont intéressantes en ce qu'elles donnent l'expression, à l'aide de la seule fonction ψ, des sommes algébriques de minima qui figurent à leurs premiers membres.

2. On obtient, d'une autre manière, des formules analogues à (1) et (3), mais où la fonction $f(\nu)$ est remplacée par une *partie de fonction*.

A cet effet, calculons le terme constant A'', dans le développement trigonométrique de $\eta_1^3\theta_1\theta H_1^2 H^2 : \Theta^3$; il suffit de faire le produit des développements de $\eta_1^2\theta_1\theta H_1 H : \Theta^2$ et de $\eta_1 H_1 H : \Theta$, et l'on trouve, après une discussion relativement simple,

$$A'' = 2\sum_{N=1}^{\infty} q^{2N-\frac{1}{4}} \left(\sum (m_1 + m_2)(-1)^{\frac{m_2-m_1+2}{4}} \right),$$

la dernière somme portant sur les classes propres de discriminant $8N - 1$, et m_1, $m_2\,(m_1 \leqq m_2)$ étant les deux *minima impairs* d'une telle classe.

D'autre part, si l'on effectue le produit des développements de $\eta_1^2\theta_1 H^2 H_1 : \Theta^2$ et de $\eta_1\theta H_1 : \Theta$, et si l'on compare au résultat précédent, on arrive, en examinant les cas de N pair ou impair, à deux formules distinctes. D'abord :

$$(5) \quad 16\sum_{\nu \geqq 0} F\left[\frac{8M + 3 - (4\nu + 3)}{4}\right](-1)^\nu \theta(4\nu + 3) = \sum (m_1 + m_2 - m)(-1)^{\frac{m_2-m_1-2}{4}}.$$

Au premier membre, $\theta(4\nu + 3)$ est la somme $\sum (-1)^{\frac{d-1}{2}}$ étendue, non

plus à tous les diviseurs impairs, d, de $4\nu+3$, mais à ceux de ces diviseurs qui sont inférieurs à $\sqrt{4\nu+3}$; au second membre, la somme s'étend aux minima des classes propres de discriminant $8M+3$, les notations ci-dessus étant conservées.

Enfin

$$(6) \qquad 16\sum_{\nu\geqq 0} F\left[\frac{8M+7-(4\nu+3)}{4}\right](-1)^{\nu}\theta(4\nu+3)=\sum m(-1)^{\frac{m_2-m_1+2}{4}},$$

la somme, au second membre, s'étendant aux minima des classes propres de discriminant $8M+7$.

3. Si l'on multiplie les développements de $\eta_1^2\theta_1\theta H_1 H:\Theta^2$ et de $\theta H\Theta:H_1$, on obtient pour terme constant celui de $\eta_1^2\theta_1\theta^2H^2:\Theta$ ou $A\eta_1\theta^2$, en désignant par A, avec Hermite (*Comptes rendus*, t. LV), l'expression

$$A=4\sum_{\nu=0}^{\infty} q^{\nu+\frac{3}{4}}\theta(4\nu+3).$$

Le calcul direct de ce terme constant par la multiplication donne la formule

$$(7) \qquad 8(-1)^N\sum F(4N-4\nu-3)(-1)^{\nu}\theta(4\nu+3)=-\sum m(-1)^{\frac{2m_2-m+2}{4}},$$

la dernière somme s'étendant aux minima des classes propres de discriminant $4N$.

Il va sans dire que, en variant les développements employés, on obtient bien d'autres relations du type des précédentes.

4. Certaines sommes algébriques de minima satisfont à des relations analogues à celles de Kronecker, que vérifient les nombres de classes eux-mêmes. Posons, par exemple,

$$\mathfrak{F}(4N+3)=\sum(m_2-m_1)(-1)^{\frac{m_2-m_1-2}{4}},$$

la somme, au second membre, portant sur les classes propres de discriminant $4N+3$, avec les notations déjà employées; on aura

$$(-1)^N\sum_{x\gtreqless 0}\mathfrak{F}(4N+3-4x^2)=2\sum(-1)^{\frac{d-1}{2}}d^2,$$

la dernière somme s'étendant aux diviseurs, d_r de $4N+3$, inférieurs à $\sqrt{4N+3}$.

Posons de même

$$\mathcal{H}(8N-1)=\sum(m_2-3m_1)(-1)^{\frac{m_2-m_1+2}{4}},$$

où la somme porte sur les classes propres de discriminant $8N-1$; on aura

$$\sum_{x\geqq 0}(-1)^x(2x+1)\mathcal{H}[8N-(2x+1)^2]=-4\sum(-1)^d d^3,$$

la somme, au second membre, s'étendant aux décompositions $2N=dd_1$, avec $d<d_1$ et d, d_1 étant de parités contraires.

5. Enfin, par des méthodes analogues, on obtient des relations où figurent les carrés des minima.

Par exemple, $\varphi(n)$ désignant la somme des diviseurs de n, on a

$$16(-1)^{N+1}\sum_{\nu\geqq 0}(-1)^\nu F(4N-4\nu-1)\varphi(4\nu+1)=\sum m^2,$$

la somme, au second membre, portant sur les *minima pairs*, m, des classes propres de discriminant $4N$. De même, $\psi(n)$ désignant, comme plus haut, la somme des diviseurs de n inférieurs à $\sqrt{n}$, on trouve

$$16\sum_{\nu\geqq 0}F[8N-1-(4\nu+3)]\psi(4\nu+3)=\sum m\left(m_2-m_1-\frac{1}{2}m\right),$$

où la somme, au second membre, porte sur les minima des classes propres de discriminant $8N-1$ (1).

(1) Dans ma Note du 1er juillet, je disais qu'à ma connaissance les formes quadratiques indéfinies n'avaient pas encore été introduites dans les applications arithmétiques des fonctions elliptiques. Depuis, j'ai eu communication de trois intéressants Mémoires de M. Karel Petr, professeur à l'Université de Prague (*Acad. des Sciences de Bohême*, 1900, 1902), dans lesquels l'auteur, développant de son côté la méthode d'Hermite, a obtenu des formules où interviennent certaines représentations d'un nombre par des formes telles que x^2-2y^2, x^2-3y^2; c'est donc à M. Petr qu'appartient, sur ce point, la priorité.

ZOOLOGIE. — *Sur la ponte de la Morue dans le sud de la mer du Nord.* Note de MM. **Alfred Giard** et **C. Cépède.**

La détermination précise des époques et lieux de ponte des Poissons est un des problèmes les plus importants de l'Ichtyologie appliquée aux pêches. Aussi n'est-il pas surprenant que le *Conseil permanent international pour l'exploration de la mer du Nord* ait consacré une de ses *Publications de circonstance* (n° 8) à la question si controversée de la ponte de la Morue (¹).

D'après l'auteur de ce Mémoire, T. Wemyss Fulton, l'époque du maximum d'émission des œufs serait le milieu de mars dans la mer du Nord et aux îles Lofoten, mais, en certains fonds rocheux situés entre 70 et 80 milles de la côte norvégienne, sur une ligne joignant Aberdeen à Jœderens Point, près Stavanger, la Morue pond de fin août au commencement de novembre, de sorte qu'on peut se demander s'il y aurait pour ce Poisson comme pour le Hareng des races distinctes arrivant à maturité à des moments différents ou si les deux époques de ponte sont reliées par des intermédiaires comme en Amérique où la ponte dure du commencement de septembre à la fin mai et même en juin.

Malgré l'apparente précision de sa documentation, le Mémoire de W. Fulton nous paraît présenter quelques lacunes et mériter certaines critiques qu'il eût été possible d'éviter.

Bien que le Gouvernement français n'ait pas cru devoir se faire représenter dans le Conseil permanent international pour l'exploration de la mer du Nord, les hommes de science de notre pays ne se sont pas désintéressés des grandes questions dont l'étude est si activement poursuivie par les nations voisines. La station agricole de Boulogne-sur-Mer et le laboratoire maritime de Wimereux, en particulier, ont, soit isolément, soit d'un commun accord, fait les efforts les plus sérieux pour apporter leur modeste contribution à l'œuvre collective entreprise, en s'attachant surtout à la partie de la mer du Nord dépendant de leur sphère d'action.

On peut s'étonner que W. Fulton n'ait pas tenu compte dans son Mémoire des indications que E. Canu a données avec la précision et la rigueur qui lui sont habituelles sur la ponte de la Morue dans la partie méridionale

(¹) T. Wemyss Fulton, *On the spawning of the Cod* (*Gadus morrhua* L.) *in Automn in the North Sea,* Copenhague, mars 1904.

de la mer du Nord : « La ponte de *Gadus morrhua* L. commence chez nous en décembre et se poursuit en janvier, février et mars ; elle a lieu au large, par 15 ou 20 brasses... » [1].

Toutes les constatations que nous avons pu faire, soit sur l'état des glandes génitales des Morues examinées, soit sur l'émission des œufs et le développement des alevins confirment absolument les résultats des études de Canu.

Voici, à titre d'exemple choisi entre bien d'autres, une observation faite cette année même par l'un de nous aux environs d'Etaples :

Le 16 janvier 1907, par un temps calme et brumeux, et une température aérienne de 6°,4 C., on fit une pêche pélagique au large de Boulogne-sur-Mer, au nord-ouest d'Étaples et à 12 milles de la côte environ, par une vingtaine de brasses. La température de l'eau superficielle, indiquée par le thermomètre adapté à la boîte de fond du filet Cépède employé, était de 7°. Le plankton nous montra de nombreux œufs embryonnés et de nombreux alevins qui purent être élevés facilement jusqu'à la résorption complète de la vésicule vitelline. Le diamètre des œufs (de $1^{mm},380$ à $1^{mm},570$) et les taches pigmentaires formant quatre bandes transversales caractéristiques de l'embryon de *Gadus morrhua* L., les dimensions (de $3^{mm},950$ à $5^{mm},140$ de long), la forme et les dessins des alevins ne permettaient aucune hésitation dans la détermination.

Ces résultats sont d'ailleurs en parfaite harmonie avec les témoignages des anciens observateurs, comme le prouvent les quelques citations suivantes :

Dans son état naturel, dit Yarrell, la Morue pond vers le mois de février. (*British Fishes*, t. II, 1836, p. 148.)

La Morue arrive des profondeurs et commence à pondre dans nos mers, ordinairement en janvier et la ponte continue jusqu'en avril. (F. Day, *The fishes of Great Britain*, t. I, 1880-1884, p. 280.)

Le *Gadus callarias* L. (notre variété littorale de G. *morrhua*) fraie en janvier, quelquefois en février. (Marcotte, *Animaux vertébrés de l'arrondissement d'Abbeville*, p. 398.)

Parmi les naturalistes qui ont plus récemment et plus spécialement étudié la ponte de la Morue, il convient de citer surtout Hensen et Apstein, puis Heincke et Ehrenbaum. Mais il serait imprudent de chercher dans le Mémoire de Fulton l'expression exacte de la pensée des ichtyologistes allemands.

C'est ainsi que, si l'on en croit Fulton : « Heincke and Ehrenbaum fix the maximum

---

[1] E. Canu, *Ponte, œufs et larves des poissons osseux utiles ou comestibles, etc.* (*Annales de la station aquicole de Boulogne-sur-Mer*, 1893, p. 132 *bis*).

in the middle of march and the duration of the spawning period from january *to june.* » (W. FULTON, *loc. cit.*, p. 6.) Or, si nous nous reportons au texte cité, nous trouvons que Heincke et Ehrenbaum ont écrit en parlant des œufs de la Morue :

« Gewöhnlich erscheinen sie in der zweiten Hälfte oder in letzten Drittel des Januars (Vor dem 13 Januar wurde Keins gesehen) werden in Februar sehr häufig und verschwinden in Laufe des März schon wieder *um in April zu den Seltenheiten zu gehœren* (1). »

Dans le diagramme donné par Fulton (*loc. cit.*, p. 8), il y a donc lieu de faire une importante correction au n° 5 du Tableau; le maximum de la ponte doit être déplacé de mars à février.

Une autre erreur doit être signalée en ce qui concerne les observations de Hensen et Apstein, dans la Baltique.

« In the Baltic, dit Fulton, the floating eggs of the Cod were procured by Hensen and Apstein at the end of december, and these authors say that spawning, in a normal winter, begins about 15th december and ends about the middle of may, *the maximum occurring from about 17th february to the beginning of april.* » (*Loc. cit.*, p. 7.)

Sur le diagramme (*loc. cit.*, n° 9, p. 8), Fulton représente même la durée de la ponte comme s'étendant jusqu'au milieu de mai. Or, si nous recourons au Mémoire de Hensen et Apstein, nous lisons :

Die Höhe der Laichzeit würde dann den 17 Februar etwa eintreten und Anfang April in normalen Wintern schliessen. Die Abnahme ginge etwas rascher als die Zunahme, entsprechend der wachsenden Wärme (2).

Malgré l'ambiguïté de la phrase il est probable que c'est la ponte et non le maximum qui finit au début d'avril. On voit d'ailleurs d'après les indications données par Hensen (*loc. cit.*, p. 61) que la courbe ne va pas au delà du milieu de mai. Ici encore le maximum doit vraisemblablement être avancé sur le diagramme d'un mois environ (3).

---

(1) HEINCKE und EHRENBAUM, *Die Bestimmung der schwimmenden Fischeier und die Methodik der Eimessungen* (*Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen*, Bd. III, Abtheil. Helgoland, 2, 1900, p. 244).

(2) V. HENSEN und C. APSTEIN, *Ueber die Eimengen der im Winter laichenden Fische* (*Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen*, Abtheil. Helgoland, Bd. II, Heft 2, 1897, p. 60).

(3) Par sa faible salure et l'absence de courants chauds la Baltique se trouve dans des conditions très différentes de celles qui existent dans la mer du Nord et que nous avons particulièrement étudiées.

Sur les côtes d'Écosse, d'après les observations de Hensen et Apstein et en particulier dans le Firth of Forth d'après les indications plus anciennes de Parnell l'époque de la ponte paraît être plus tardive et coïncider avec les mois chauds.

Mais nulle part dans les mers d'Europe il ne semble y avoir deux époques de ponte différentes se succédant en un même point comme cela a été constaté par Heincke pour le Hareng.

Conclusions. — Des faits précédents et de la discussion des résultats obtenus par les divers auteurs il semble donc qu'on peut tirer les conclusions suivantes :

La ponte de la Morue dans le Pas-de-Calais, le sud de la mer du Nord et la Baltique a lieu en hiver et le maximum se produit vers le milieu de février, c'est-à-dire un mois plus tôt que ne l'indique Fulton.

La date du maximum paraît avoir une tendance à être plus tardive à mesure que l'action des courants dérivés du Gulf-Stream devient moins sensible. C'est ainsi qu'aux îles Lofoten, en Islande, sur plusieurs points des côtes d'Écosse et de Scandinavie, l'émission des œufs paraît se produire de mars à mai.

L'influence du Gulf-Stream n'a d'ailleurs pas échappé à Fulton qui y fait une brève allusion (*loc. cit.*, p. 9).

Rien ne paraît démontrer qu'il y ait deux pontes chaque année en certaines localités.

Nos recherches ont porté particulièrement sur la variété de Morue désignée sous le nom de *Dorsch*, de Morue du Doggerbank, etc. Cette variété, qui correspond au *Gadus callarias* des anciens ichtyologistes, est généralement de taille plus petite que la Morue ordinaire et caractérisée par une forme plus élancée de la tête, une couleur plus foncée et quelques autres particularités insuffisantes d'ailleurs pour qu'on puisse la séparer spécifiquement du type *Gadus morrhua* L.

ASTRONOMIE. — *Installation d'un grand instrument astronomique au sommet du Pic du Midi.* Note de M. **B. Baillaud.**

J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 15 juin 1903, en commun avec M. Henri Bourget, une Note *Sur les conditions qu'offrent les observations astronomiques à l'Observatoire du Pic du Midi.* Cette Note se terminait ainsi : « Nous concluons, sans hésiter, que l'Observatoire du Pic du Midi

nous paraît être une excellente station au point de vue astronomique, et qu'il est très désirable d'y voir installé, dans de bonnes conditions, un instrument de premier ordre. »

Depuis cette Communication, le Conseil de l'Université de Toulouse a voté des crédits qui dépassent aujourd'hui 62000^{fr} et M. le Ministre de l'Instruction publique a accordé une somme de 40000^{fr} pour l'établissement au Pic du Midi d'un grand instrument astronomique annexe de l'Observatoire de Toulouse. L'Université a voté, en outre, une subvention annuelle de 2000^{fr} et le directeur de l'Observatoire de Toulouse s'est engagé à prélever sur le budget de cet Observatoire le complément des sommes annuellement nécessaires.

Les étés de 1904 et 1905 ont été employés à la construction d'une maison d'habitation, de la maçonnerie d'une coupole de 8^{m},50 de diamètre et d'une terrasse d'environ 18^{m} sur 15^{m} autour de cette coupole.

En même temps était commandé à M. Gautier, l'habile constructeur français, un grand instrument analogue à l'instrument photographique international, mais de 6^{m} de foyer au lieu de 3^{m},30. Je dois remercier ici M. Gautier pour les conditions particulièrement libérales qu'il nous a consenties. L'instrument est composé d'un réflecteur de 0^{m},50 d'ouverture et d'un réfracteur de 0^{m},25 destiné soit à servir de lunette pointeur, soit pour certains travaux, à des mesures micrométriques. Le réflecteur est disposé aussi bien pour les observations visuelles et pour la photographie. La solidité de la monture et les dispositions prises permettront d'adapter sur le tube un grand spectroscope et une lunette photographique à court foyer.

Pendant les étés de 1906 et 1907, M. Carrère, mécanicien de l'Observatoire de Toulouse, a installé au sommet une coupole construite par lui, dans des conditions exceptionnelles et sur ses dessins, avec le concours de deux maisons de Toulouse.

Pendant les mois d'août 1906 et 1907, l'instrument lui-même a été transporté de Paris au sommet. Outre les parties fragiles, telles que miroir, objectif, cercles, micromètres, qui sont restées chez M. Gautier, il comprenait 22 pièces lourdes, pesant chacune de 350^{kg} à 700^{kg}. Il eût été impossible de faire effectuer ce transport par les ouvriers des vallées pyrénéennes, en pleine saison des eaux, à une époque où tous les bons ouvriers y sont occupés par les administrations des ponts et chaussées et des eaux et forêts, et par les travaux de bâtiment des diverses villes d'eau.

Heureusement nous avons eu la bonne fortune d'obtenir, pour cette œuvre d'intérêt national, le concours de l'armée. En 1906, le Ministre de la Guerre,

M. Etienne, et, en 1907, M. le général Picquart, son successeur, ont bien voulu en confier le soin à M. le commandant Lallemand, du service géographique, qui venait de passer cinq ans dans la Cordillère des Andes pour la mesure de l'arc de méridien de l'équateur. M. le général Massenet, commandant l'artillerie de Tarbes, fut invité à mettre à la disposition de M. le commandant Lallemand les hommes et le matériel nécessaires, le tout aux frais du constructeur.

Nous devons d'abord exprimer respectueusement aux deux Ministres notre profonde reconnaissance.

Nous tenons aussi à remercier M. le général Massenet pour l'accueil si bienveillant qu'il nous a réservé et pour la promptitude avec laquel il a mis à notre disposition tout ce qui nous était utile.

En 1906, M. le commandant Lallemand, avec un peloton de 25 hommes encadré, effectua le transport de 22 pièces lourdes, des cabanes de Toue, un point de la route thermale situé à l'altitude de 1900^m, à l'hôtellerie du Pic, à 2350^m. Il fallut réparer le sentier, l'élargir, à certains endroits le refaire entièrement. La campagne dura 30 jours. Les officiers et les hommes campaient aux cabanes de Toue. Ils furent favorisés par un temps exceptionnellement beau. Au moment de l'arrivée des orages, vers le milieu de septembre, il fallut s'arrêter. Les 22 pièces furent remisées dans un local dépendant de l'hôtellerie. Dans cette même campagne fut élargie la suite du sentier entre l'hôtellerie et le plateau des Laquettes, à 2600^m d'altitude environ.

En 1907, M. le commandant Lallemand, ayant sous ses ordres M. le capitaine Aubertin du service géographique, reprit le travail avec un sous-officier et douze artilleurs des régiments de Tarbes. Le camp était établi à côté de l'hôtellerie.

Pour aller du plateau des Laquettes au sommet, dans une partie exceptionnellement rocailleuse, où cette trace qui s'appelle le *sentier*, de 20^{cm} à 50^{cm} de largeur, rampant sur les flancs d'un précipice de 600^m de hauteur, forme des lacets n'ayant souvent pas 20^m de longueur, à coudes absolument brusques, il avait paru qu'il serait nécessaire d'employer des palans et des plans inclinés. En vérité, leur emploi eût demandé un temps infini, et eût été en beaucoup d'endroits impossible. En fait, M. le commandant Lallemand et son détachement, sous un soleil de plomb, au prix de fatigues extrêmes et en courant les plus grands dangers, ont escaladé la montagne avec les pièces de l'instrument. Ces sortes de prises d'assaut, inévitables, répétées vingt fois en 15 jours, où l'ennemi était remplacé par ces énormes

pièces de fonte que l'on ne savait comment saisir, ni maintenir, où les officiers comme les hommes ont exposé plusieurs fois leur vie, ont causé à tous ceux qui en attendaient la fin de profondes angoisses. Il y a eu un moment terrible causé par le choc, impossible à prévoir, contre un mulet, d'une pierre roulant du haut de la montagne. Grâce à la vaillance de tous, à l'énergie et à la prudence du commandement, aucun accident ne s'est produit.

Du commencement de septembre au 7 octobre, M. Lelièvre, l'habile ouvrier de M. Gautier, a mis l'instrument en place. L'œuvre est achevée. Les observations à cet instrument commenceront vers le 15 août 1908.

Le Conseil de l'Université de Toulouse a décidé que les savants de tous les Observatoires français ou étrangers pourront être admis à travailler au Pic du Midi, l'Observatoire astronomique le plus élevé qu'il y ait dans le monde, et y recevront gratuitement une complète hospitalité.

Nous prions instamment M. le Ministre de Guerre de vouloir bien, pour les travaux scientifiques, nous continuer le concours des officiers du Service géographique, qui ont rendu à l'Université de Toulouse et à la Science française un si important service.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** invite l'Académie à lui présenter deux candidats à chacun des postes de Directeur de l'Observatoire d'Alger et de l'Observatoire de Marseille, devenus vacants par le décès de M. *Trépied* et l'admission à la retraite de M. *Stéphan*.

(Renvoi à une Commission composée de : M. le Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques, MM. les Membres des Sections de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie et Navigation.)

M. le **Ministre de l'Intérieur** invite l'Académie à lui faire connaître son opinion sur la radiographie considérée au point de vue médico-légal.

(Renvoi à une Commission composée de : M. Chauveau, Président de l'Académie, M. le Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, MM. les Membres des Sections de Physique et de Médecine et M. E. Roux.)

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. *Gustav-Anton Zeuner*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Mécanique.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome I (quatrième édition) du *Traité élémentaire de Chimie organique*, par MM. M. Berthelot et E. Jungfleisch.

2° *Sur les équations d'ordre nomographique* 3 *et* 4, par M. Maurice d'Ocagne.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Mellish* (1907 *e*) *faite à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon*. Note de M. **J. Guillaume**, communiquée par M. Ch. André.

Observation de la comète.

Date. 1907.	Temps moyen de Lyon.	Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.	Étoile.
Octobre 17..	16h 0m 31s	+0m 10s,49	+1′ 30″,1	10:10	*a*

Positions des étoiles de comparaison pour 1907,0.

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
a.......	8h 19m 49s,65	+1s,10	− 7° 47′ 12″,0	+ 2″,8	Rapportée à *b*
b.......	8.16.43,97	»	− 7.45.46,1	»	A.G. Wien-Ott. 3192

Position apparente de la comète.

Temps moyen de Lyon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
16h 0m 31s	8h 20m 1s,24	−9,420	− 7° 45′ 39″,1	+0,836

La comète a l'aspect d'une nébulosité diffuse d'environ 35″, avec condensation centrale à peine marquée. Son éclat est d'environ 10e grandeur.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète (e 1907) faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de* $0^m,26$ *d'ouverture).* Note de M. **Borrelly.**

Comète (e 1907).

Dates. 1907.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de compar.	R appar.	Log. fac. parallaxe.	P apparente.	Log. fac. parallaxe.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Oct. 17....	15.40.47	+3.36,59	+8.27,8	5:5	8.20.21,72	$\bar{1}$,487	97.54.11,5	—0,825	*a*
17....	16.27.16	+3.30,39	+7.39,6	5:5	8.20.15,52	$\bar{1}$,375	97.53.23,3	—0,832	*a*
18....	15.30.33	+0.21,40	—2.42,9	5:5	8.17. 5,91	$\bar{1}$,493	97.25.50,3	—0,823	*b*
18....	15.56.56	+0.17,30	—3.19,4	5:5	8.17. 1,81	$\bar{1}$,437	97.25.13,8	—0,826	*b*

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moyenne 1907,0.	Réduction au jour.	P moyenne 1907,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″		
a........	7.8	8.16.44,02	+1,11	97.45.46,6	—2,9	½ 3150 Munich₁, + 2137 Radcliffe
b........	9	8.16.43,37	+1,14	97.28.35,9	—2,7	359 W₁ hora VIII

La comète est assez brillante et étendue, d'apparence granuleuse.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations intégrales.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. E. Picard.

D'après un résultat fondamental de Fredholm, l'équation intégrale

$$(1) \qquad \varphi(x) + \lambda \int_0^1 \mathrm{K}(x, s)\, \varphi(s)\, ds = 0,$$

où le noyau $\mathrm{K}(x, y)$ est une fonction continue, n'admet pas d'autre solution que $\varphi = 0$, sauf pour les valeurs de λ qui sont racines de l'équation entière

$$(2) \quad \mathrm{D}(\lambda) = 1 + \sum_{p=1}^{+\infty} \frac{\lambda^p}{p!} \int_0^1 \int_0^1 \cdots \int_0^1 \mathrm{K}\begin{pmatrix} x_1, x_2, \ldots, x_p \\ x_1, x_2, \ldots, x_p \end{pmatrix} dx_1\, dx_2 \ldots dx_p = 0,$$

où $\mathrm{K}\begin{pmatrix} x_1, x_2, \ldots, x_p \\ x_1, x_2, \ldots, x_p \end{pmatrix}$ a la signification bien connue. A toute racine λ_1 de

cette équation correspond au moins une fonction $\varphi_1(x)$, autre que $\varphi_1 = 0$, vérifiant la relation

$$\varphi_1(x) + \lambda_1 \int_0^1 K(x, s)\, \varphi_1(s)\, ds = 0. \tag{3}$$

Le théorème de M. Fredholm peut être complété comme il suit. A la fonction $\varphi_1(x)$, solution de l'équation (3), adjoignons une autre fonction $\pi_1(x)$ telle que l'on ait

$$1 + \lambda_1 \int_0^1 \varphi_1(s)\, \pi_1(s)\, ds = 0, \tag{4}$$

et posons

$$K(x, y) = K_1(x, y) + \varphi_1(x)\, \pi_1(y); \tag{5}$$

soit $\mathcal{D}_1(\lambda)$ la fonction entière déduite du noyau $K_1(x, y)$ comme $\mathcal{D}(\lambda)$ se déduit de $K(x, y)$. Au moyen des formules (3), (4) et (5), on démontre facilement que *l'on a entre* $\mathcal{D}(\lambda)$ *et* $\mathcal{D}_1(\lambda)$ *la relation* (¹)

$$\mathcal{D}(\lambda) = \mathcal{D}_1(\lambda)\left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_1}\right). \tag{6}$$

Cette proposition a de nombreuses applications dans la théorie des équations intégrales. J'énoncerai seulement les résultats suivants, relatifs aux fonctions fondamentales.

I. Soient $K(x, y)$ un noyau quelconque, non symétrique en x et y, et λ_1 une racine multiple d'ordre n de $\mathcal{D}(\lambda) = 0$. A cette racine λ_1 correspondent n fonctions linéairement distinctes $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n$, telles que l'on ait

$$\left\{\begin{array}{l} S_K \varphi_1 = \varphi_1, \\ S_K \varphi_2 = \alpha_{21}\varphi_1 + \varphi_2, \\ S_K \varphi_3 = \alpha_{31}\varphi_1 + \alpha_{32}\varphi_2 + \varphi_3, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots, \\ S_K \varphi_n = \alpha_{n1}\varphi_1 + \alpha_{n2}\varphi_2 + \ldots + \varphi_n, \end{array}\right. \tag{7}$$

en posant, pour abréger,

$$S_K \varphi(x) = -\lambda_1 \int_0^1 K(x, s)\, \varphi(s)\, ds,$$

et les coefficients α_{ik} étant des constantes. Le nombre des fonctions fonda-

(¹) L'énoncé doit être modifié pour un noyau non borné.

mentales distinctes correspondant à la racine λ_1 est égal au nombre des combinaisons linéaires distinctes des fonctions φ_i qui se reproduisent par la substitution linéaire (7); ce nombre peut varier de 1 à n pour un noyau dissymétrique. Il est toujours égal à n pour un noyau symétrique.

II. En posant de même

$$S'_K \psi(x) = -\lambda_1 \int_0^1 K(s, x) \psi(s) \, ds,$$

il existe aussi n fonctions linéairement distinctes $\psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_n$, telles que l'on ait

$$(8) \qquad \begin{cases} S'_K \psi_1 = \psi_1 + \alpha_{21}\psi_2 + \alpha_{31}\psi_3 + \ldots + \alpha_{n1}\psi_n, \\ S'_K \psi_2 = \qquad \psi_2 + \alpha_{32}\psi_3 + \ldots + \alpha_{n2}\psi_n, \\ S'_K \psi_3 = \qquad\qquad \psi_3 + \ldots + \alpha_{n3}\psi_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ S'_K \psi_n = \qquad\qquad\qquad \psi_n, \end{cases}$$

les coefficients α_{ik} ayant les mêmes valeurs dans les formules (7) et (8). Le nombre des fonctions fondamentales distinctes est le même pour les deux équations associées

$$\varphi(x) + \lambda_1 \int_0^1 K(x, s) \varphi(s) \, ds = 0, \qquad \psi(x) + \lambda_1 \int_0^1 K(s, x) \psi(s) \, ds = 0.$$

III. Posons

$$F(x, y) = \sum_{i=1}^{n} \varphi_i(x) \psi_i(y), \qquad K(x, y) = F(x, y) + K_n(x, y);$$

on a les relations

$$\left. \begin{aligned} \int_0^1 F(x, s) \, \varphi_i(s) \, ds &= \int_0^1 K(x, s) \, \varphi_i(s) \, ds \\ \int_0^1 F(s, x) \, \psi_i(s) \, ds &= \int_0^1 K(s, x) \, \psi_i(s) \, ds \end{aligned} \right\} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

$\omega_n(\lambda)$ désignant la fonction entière en λ déduite du noyau $K_n(x, y)$, on a

$$(9) \qquad \omega(\lambda) = \omega_n(\lambda) \left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_1}\right)^n.$$

IV. S'il existe p fonctions fondamentales distinctes pour la racine λ_1, on peut partager les fonctions φ_i, ψ_h en p groupes, les fonctions d'un même

groupe satisfaisant à des relations de la forme

$$(10)\quad \begin{cases} S_K\varphi_1 = \varphi_1, & S_K\varphi_2 = \varphi_1 + \varphi_2, \quad \ldots, \quad S_K\varphi_\mu = \varphi_{\mu-1} + \varphi_\mu, \\ S'_K\psi_1 = \psi_1 + \psi_2, & S'_K\psi_2 = \psi_2 + \psi_3, \quad \ldots, \quad S'_K\psi_\mu = \psi_\mu. \end{cases}$$

Deux fonctions $\varphi_i(x)$, $\psi_h(x)$, *appartenant à deux groupes différents,* sont orthogonales :

$$\int_0^1 \varphi_i(x)\,\psi_h(x)\,dx = 0.$$

V. A chaque racine de $\varpi(\lambda) = 0$ correspondent ainsi n fonctions $\varphi(x)$ et n fonctions $\psi(x)$, si n est l'ordre de multiplicité de cette racine. Une fonction $\varphi_i(x)$ et une fonction $\psi_h(x)$, provenant de deux racines différentes λ_1 et λ_2, sont toujours orthogonales.

VI. Si une fonction $f(x)$ peut être développée en série uniformément convergente de fonctions $\varphi_i(x)$, les coefficients de ce développement peuvent se déterminer individuellement ou par groupes comme les coefficients d'une série de Fourier. Par exemple, si l'équation $\varpi(\lambda) = 0$ n'admet que des racines simples $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_i, \ldots$, et si l'on a

$$f(x) = \sum_{i=1}^{+\infty} c_i \varphi_i(x),$$

la série du second membre étant uniformément convergente, le coefficient c_i a pour valeur

$$c_i = -\lambda_i \int_0^1 f(x)\,\psi_i(x)\,dx.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de l'équation différentielle* $y' + A_2 y^2 + A_3 y^3 = 0$. Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. H. Poincaré.

Me proposant d'analyser la singularité transcendante présentée à l'infini par les intégrales de l'équation

$$(1)\qquad y' + A_0 + A_1 y + A_2 y^2 + A_3 y^3 = 0,$$

où les A sont des polynomes en x, j'ai cherché tout d'abord à *isoler* les di-

verses branches (¹) d'une même intégrale qui permutent entre elles au voisinage de l'infini et j'ai tenté d'étudier la croissance et, plus généralement, l'allure de ces branches lorsque x varie (*Comptes rendus*, 18 février et 1er juillet 1907).

En premier lieu, j'ai considéré le cas où A_0 et A_1 sont nuls et j'ai dit que ce cas était caractérisé par les circonstances suivantes : *Si le module de la valeur initiale* $y_0(x_0)$ *est assez grand, la branche d'intégrale* (1) *que définit cette valeur* [Note 1] *présente une pluralité finie de points critiques dont le nombre est déterminé par les degrés des polynomes* A_2 *et* A_3.

J'ai vérifié cet énoncé dans l'hypothèse où les degrés m_2 et m_3 des polynomes A_2 et A_3 satisfont à l'inégalité $m_3 \geqq 2m_2 + 2$. J'étudierai (²) dans la présente Note le cas : $m_3 \leqq 2m_2$. [Resterait à traiter le cas-limite : $m_3 = 2m_2 + 1$].

L'équation (1), où l'on fait $A_0 = A_1 = 0$, peut s'écrire

$$y = z^{-1}, \qquad zz' = A_2 Z + A^3 \tag{2}$$

ou, en posant $P(x) = \int_0^x A_2\,dx$,

$$z = P + \theta, \qquad \theta' = \frac{A_3}{P + \theta}. \tag{3}$$

Je supposerai, pour simplifier, que les termes de plus haut degré de A_3 et P (termes en x^{m_3} et x^{m_2+1}) ont pour coefficients 1.

Cela posé, considérons un cercle S de centre O dont le rayon r sera déterminé par diverses conditions posées au cours de la démonstration. Nous étudierons *la branche d'intégrale* θ *qui, en un point donné* x_0 *extérieur à* S,

---

(¹) Désignant par caractéristique toute branche d'intégrale suivie à partir d'une valeur initiale donnée le long d'un chemin rectiligne, j'appelle *branche d'intégrale* (au sens restreint) l'ensemble des caractéristiques issues d'un point initial fixe x_0 avec une valeur initiale déterminée y_0. Au sens large, une *branche d'intégrale* est une branche suivie le long d'un *chemin direct* quelconque $\Big($par définition, si $\bar{x}$ et $\bar{x}'$ sont deux points d'un chemin direct, le rapport $\dfrac{\text{arc}\,\bar{x}\,\bar{x}'}{\text{corde}\,\bar{x}\,\bar{x}'}$ est inférieur à un nombre k fixé une fois pour toutes$\Big)$.

(²) J'ai développé cette étude et celle du cas précédent dans des *Leçons sur les fonctions définies par des équations différentielles du premier ordre* qui vont paraître prochainement dans la *Collection de monographies sur la théorie des fonctions* dirigée par M. Borel.

prend une valeur initiale que je désignerai par C^{m_2+1} et que je supposerai plus grande que $2r^{m_2+1}$.

Tout d'abord, nous prendrons r assez grand pour que l'on ait, en tout point x extérieur à S,

$$|P(x) - x^{m_2+1}| < r^{-\frac{1}{2}}|x|^{m_2+1}, \qquad |A_3 - x^{m_3}| < r^{-\frac{1}{2}}|x|^{m_3},$$

et, à l'intérieur de S,

$$|P| < \left(1 + r^{-\frac{1}{2}}\right)r^{m_2+1}, \qquad |A_3| < \left(1 + r^{-\frac{1}{2}}\right)r^{m_3}.$$

Suivons alors θ à partir de x_0.

I. En premier lieu, je considère la branche θ *à l'intérieur d'un cercle* Σ *ayant pour centre l'origine et pour rayon* $r^{\frac{-1}{8(m_2+1)}}|C|$.

L'équation algébrique

$$(4) \qquad P(x) + C^{m_2+1} = 0,$$

a m_2+1 racines qui, si r est assez grand, sont respectivement voisines des m_2+1 zéros de $x^{m_2+1} + C^{m_2+1}$. Plus précisément, entourons chacun de ces m_2+1 zéros d'un cercle c de rayon $\rho = 2r^{-\frac{1}{4}}|C|$. Les racines de (4) seront intérieures aux cercles c.

Dans ces conditions, je parviens à l'énoncé suivant :

Appelons θ_0 la valeur initiale de θ en x_0 ($\theta_0 = C^{m_2+1}$). *On peut choisir r assez grand pour que, le long de tout chemin direct* [1] *intérieur à Σ et extérieur aux cercles c, la branche z soit donnée par l'égalité*

$$(5) \qquad z = P(x) + \theta_0(1+\gamma), \qquad |\gamma| < r^{-\frac{1}{2}}.$$

II. Suivons maintenant la branche z à l'extérieur du cercle S. Je constate que, *lorsque x s'éloigne indéfiniment sur un chemin direct, la branche d'intégrale z est donnée par l'égalité*

$$(6) \qquad z = (1+\gamma)P(x) + \theta_0,$$

où l'on a $|\gamma| < |x|^{-\frac{1}{2}}$ si r est assez grand.

Les formules (5) et (6) donnent, on le voit, *pour tous les points du plan extérieurs aux cercles c*, une valeur approchée de la branche d'intégrale z (issue de x_0 avec la valeur initiale $P + \theta_0$).

---

[1] *Voir* plus haut, la Note 1.

III. Il résulte des égalités (5) et (6) que les points critiques qui permutent la branche d'intégrale z avec d'autres branches sont nécessairement situés à l'intérieur des cercles c. Or, on peut démontrer qu'*une branche d'intégrale* (au sens restreint, c'est-à-dire *un ensemble de caractéristiques*) *présente à l'intérieur de chaque cercle c deux points critiques algébriques, et deux seulement*. D'où *un total de $2m_2 + 2$ points critiques* ([1]) *pour la branche z*.

Il convient d'observer, d'ailleurs, qu'entre les permutations opérées par ces $2m_2 + 2$ points critiques il y aura en général des relations, — ce qui diminuera d'autant le nombre des déterminations engendrées.

C'est ce que montre l'exemple de l'équation

$$zz' = 2xz + 1, \qquad (\text{où } m_2 = 1, m_3 = 0). \tag{7}$$

A une branche d'intégrale z de (7) correspondent deux cercles c et quatre points critiques, soit les points η_1, η_2 situés dans c_1, et les points η'_1, η'_2 situés dans c_2. Or on constate que *la permutation opérée autour de η_1 équivaut à la permutation opérée autour de η'_1*. De même pour η_2 et η'_2. On serait conduit à des constatations analogues si l'on donnait aux degrés m_2, m_3 des valeurs plus élevées.

PHYSIQUE. — *De la variation de la masse des électrons à l'intérieur de l'atome.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. H. Poincaré.

Si l'on admet, avec M. Lorentz et M. Larmor, que l'atome est constitué par des corpuscules, ou électrons négatifs, tournant autour d'un centre positif, les vibrations lumineuses émises lors d'un ébranlement de l'édifice atomique ayant pour périodes celles de la révolution des corpuscules, il faut admettre au moins autant de corpuscules qu'il y a de raies dans le spectre d'émission. Or on sait qu'avec une très forte dispersion on trouve que la plupart des raies spectrales ne sont pas simples : elles sont accompagnées de raies satellites, ou plutôt elles sont entourées par une bande lumineuse présentant des maximums et des minimums. Il faudrait donc admettre un nombre colossal, ou même infini, de corpuscules, pour expliquer

---

([1]) Lorsque m_3 devient égal à $2m_2 + 1$, le nombre $(2m_2 + 2)$ coïncide avec le nombre $(m_3 + 1)$ que nous avions obtenu comme nombre des points critiques d'une branche d'intégrale dans le cas où $m_3 \geqq 2m_2 + 2$.

la complexité des raies spectrales. D'autre part, on sait que la détermination de la masse des corpuscules de l'atome déduite du phénomène de Zeeman conduit, suivant les raies, à des valeurs un peu variables pour la masse des corpuscules. Dans une recherche récente, concernant l'effet du champ magnétique sur les bandes d'absorption des composés du didyme à basse température, M. Jean Becquerel ([1]) a trouvé pour certaines bandes des déplacements qui correspondraient à une masse des corpuscules jusqu'à six foix plus faible que la masse de ceux-ci dans les rayons cathodiques. Faut-il donc admettre des corpuscules de nature variée? Cette complication répugne à l'esprit, qui aime la simplicité.

Il me paraît possible d'expliquer ces divers phénomènes, tout en admettant dans l'atome un nombre *restreint* de corpuscules *tous identiques entre eux*, en se fondant sur la nature électromagnétique de la masse de ceux-ci.

On sait que la masse du corpuscule varie avec sa vitesse; mais il faut, pour que la variation soit sensible, des vitesses plus grandes que celles des corpuscules dans les atomes; ce n'est donc pas dans ce sens qu'on doit chercher.

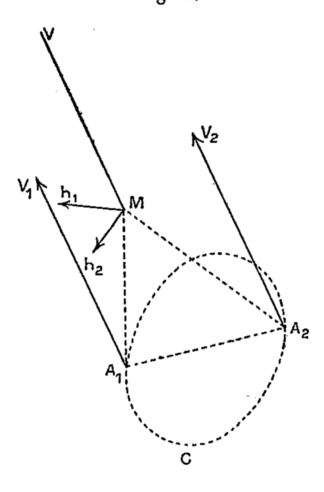
Mais la masse peut aussi devenir variable par une autre cause : l'empiétement des champs magnétiques créés dans leur mouvement par deux ou plusieurs corpuscules. Bien que M. Larmor ait montré que ce champ magnétique reste confiné très près du corpuscule, il est fort possible que ces champs, pour deux corpuscules très voisins, empiètent l'un sur l'autre. Dans ce cas le champ magnétique résultant peut avoir une énergie plus grande ou plus petite que la somme des énergies de ces champs s'ils n'empiétaient pas. Or, la masse du corpuscule est le double du quotient de l'énergie du champ magnétique que crée son mouvement par le carré de sa vitesse $\left(\frac{1}{2}\mu v^2 = W, \text{ d'où } \mu = 2\frac{W}{v^2}\right)$. Il résulte de là que dans le cas de l'empiétement de deux champs magnétiques la somme des masses des deux corpuscules peut devenir plus grande ou plus petite que le double de la masse d'un corpuscule isolé. Si une force tangentielle ou centripète vient ajouter alors son effet, en agissant sur l'un des corpuscules, celui-ci, dans la modification de mouvement qu'il éprouve, se comportera comme ayant une masse plus forte ou plus faible que la valeur normale.

Pour mieux montrer l'exactitude de ce qui précède, supposons le cas très simple où deux corpuscules voisins A_1 et A_2 (*fig.* 1) seraient animés de vitesses A_1V_1, A_2V_2 égales

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 413.

en grandeur, direction et sens, la droite A_1A_2 qui les joint étant perpendiculaire à leurs trajectoires parallèles. En un point quelconque M les champs magnétiques Mh_1 et Mh_2 créés séparément par A_1 et A_2 sont dans un plan perpendiculaire à la direction MV des vitesses, et respectivement perpendiculaires aux plans MA_1V_1 et MA_2V_2; ces champs

Fig. 1.



font donc entre eux l'angle ω de ces deux plans. En désignant par h_1 et h_2 les intensités des deux champs, l'intensité H du champ résultant est donc donnée par

$$H^2 = h_1^2 + h_2^2 + 2h_1h_2\cos\omega, \tag{1}$$

en prenant pour l'angle ω des deux plans celui qui devient égal à π quand le point M se trouve dans le plan $V_1A_1A_2V_2$. Or, l'énergie du champ magnétique dans un volume dv autour de M est donnée, comme on le sait, par la relation

$$\frac{H^2}{8\pi}dv = \frac{h_1^2}{8\pi}dv + \frac{h_2^2}{8\pi}dv + \frac{h_1h_2}{4\pi}\cos\omega\, dv. \tag{2}$$

Cette énergie diffère de la somme des énergies que donneraient isolément les deux corpuscules A_1 et A_2 par le terme en $\cos\omega$, qui est positif ou négatif suivant que $\cos\omega$ est lui-même positif ou négatif. Or, à l'intérieur du cylindre C droit à base circulaire ayant A_1V_1 et A_2V_2 comme génératrices opposées, $\cos\omega$ est négatif et à l'extérieur de ce cylindre il est positif; il en est donc de même pour l'excès de l'énergie du champ résultant sur la somme des énergies des deux champs composants.

Désignons maintenant par R le rayon de la sphère au delà de laquelle le champ magnétique produit par un corpuscule occupant le centre de la sphère a une énergie négligeable. Appelons S_1 et S_2 les sphères de rayon R ayant pour centres A_1 et A_2. Si la distance A_1A_2 de ces deux corpuscules est supérieure à 2R, les sphères S_1 et S_2 n'ont pas de parties communes : la masse de chacun des corpuscules est normale. Mais, si la distance A_1A_2 est un peu inférieure à 2R, les sphères S_1 et S_2 ont une partie commune *entièrement comprise à l'intérieur du cylindre* C : la masse de chacun des corpus-

cules est inférieure à la masse normale. La masse diminue ainsi à mesure que $A_1 A_2$ diminue jusqu'à une certaine valeur, puis augmente quand $A_1 A_2$ diminue, la partie commune à S_1 et S_2 étant en partie en dehors du cylindre C. L'augmentation peut ensuite être telle que la masse dépasse la valeur normale; car on voit que, lorsque A_1 et A_2 deviennent infiniment voisins, le volume du cylindre C devient infiniment petit, et la partie commune aux sphères S_1 et S_2 se trouve en dehors de ce cylindre, à un infiniment petit près.

Ainsi peuvent s'expliquer par deux ou plusieurs corpuscules très voisins ayant exactement la même vitesse les masses variables des phénomènes de Zeeman et de J. Becquerel. Supposons, d'autre part, deux corpuscules tournant dans le même sens, suivant des orbites très voisines et avec des vitesses très peu différentes; il pourra arriver que, pendant quelques tours, ils soient assez voisins pour que leur masse se trouve modifiée, et, par conséquent, leur vitesse de rotation, tandis que, pendant de nombreux tours, ils auront individuellement leur masse normale et leur vitesse de rotation normale. Ainsi peuvent, peut-être, s'expliquer les bandes à maximums accompagnant les raies principales.

CHIMIE MINÉRALE. — *Formation et préparation du carbure d'aluminium.* Note de M. **Camille Matignon**, présentée par M. Ditte.

Mallet (1) et Franck (2) ont cherché à combiner l'aluminium et le charbon en chauffant leur mélange à haute température. Le premier n'a constaté la formation d'aucune combinaison, le deuxième a obtenu un produit qui n'avait pas changé d'aspect, mais qui donnait, avec l'acide chlorhydrique, un dégagement d'hydrogène mêlé d'un peu d'acétylène. Il conclut à la formation probable d'un peu de carbure. Moissan (3) a préparé du carbure d'aluminium en chauffant le métal dans un creuset de charbon à la température du four électrique et il a montré qu'il ne donnait point d'acétylène, mais seulement du méthane dans sa décomposition.

I. L'énorme quantité de chaleur dégagée dans la combinaison de l'aluminium avec le carbone

$$C^3 + Al^4 = C^3Al^4 + 245^{Cal} \text{ (Berthelot)}$$

(1) *Journ. of Chem. Soc.*, t. II, 1876, p. 349.
(2) *Bullet. S. chim.*, 3e série, t. XI, 1894, p. 446.
(3) *Le Four électrique*, p. 321.

rendait très probable l'union des deux éléments sans intervention du four électrique. Celui-ci, en effet, ne serait indispensable que dans le cas bien rare où la réaction ne sortirait de sa zone de frottement qu'à la haute température de l'arc électrique. Malgré les insuccès de Mallet et Franck, des expériences ont été entreprises pour vérifier ces prévisions.

On prépare commodément le carbure d'aluminium en chauffant au four Perrot un mélange intime de deux composants. Il est bon d'employer un excès d'aluminium facile à séparer du carbure obtenu. Le carbone est pris sous forme de noir de fumée préalablement calciné pour le débarrasser de son humidité. Son mélange intime avec la poudre d'aluminium est obtenu par un malaxage avec de l'essence de térébenthine. Après 20 minutes de chauffe dans un four Perrot la réaction est terminée.

Les proportions employées ont été les suivantes : 24 parties de carbone pour 70 ou 140 parties d'aluminium.

Le produit brut se présente sous la forme d'une masse fortement frittée de teinte jaune un peu olivâtre. Au microscope, le carbure qui paraît cristallisé est parsemé de petits globules brillants résultant de l'aluminium en excès. On élimine ce dernier facilement par un lavage rapide à l'acide chlorhydrique ou mieux à la potasse froids.

Dans certaines préparations, les parties centrales du creuset contenaient le carbure pur, formé de petites paillettes hexagonales, de dimensions à peu près uniformes atteignant $\frac{1}{5}$ millimètre de diamètre.

Ces paillettes, qui ont un aspect gras très prononcé, sont d'un jaune très clair. Toutes ces propriétés s'accordent avec celles qui ont été indiquées par Moissan.

Un échantillon, décomposé par l'eau avant l'élimination de l'aluminium, a donné un mélange gazeux contenant 96,36 de méthane et 3,63 d'hydrogène.

Le même produit, débarrassé d'aluminium, a fourni du méthane pur. $0^{g},2323$ ont dégagé successivement $42^{cm^3},5$ de gaz recueillis à $17^{\circ},5$, puis $69^{cm^3},5$ mesurés à 23° sous la pression atmosphérique normale. Le volume total de gaz est de $103^{cm^3},6$ au lieu de $108^{cm^3},4$ correspondant au carbure pur, soit un rendement de 96,6 pour 100.

Le gaz provenant de la première portion a été analysé :

Gaz	5,5
Oxygène ajouté	17,85
Après l'étincelle	12,45
Après absorption par la potasse	7,05
Après absorption par l'acide pyrogallique	0,05

Contraction	10,90
CO^2	5,40
Oxygène absorbé	10,90

Le méthane pur donnerait 5,45 de gaz carbonique et 10,90 de contraction.

II. L'iode et le soufre en se combinant avec 1[at] d'aluminium dégagent une quantité de chaleur comparable à celle du charbon :

	Cal
C	61,2
I	70,3
S	63,2

Pour unir les deux premiers éléments au métal divisé, il suffit de provoquer artificiellement la combinaison en un point du mélange (¹). J'ai essayé de réaliser la synthèse du carbure métallique par le même artifice.

L'expérience montre qu'il est nécessaire d'employer un excès d'aluminium pour obtenir ce résultat (24 partie de carbone et 140 parties d'aluminium). L'excès de métal en se combinant partiellement à l'oxygène ou à l'azote apporte une chaleur complémentaire qui facilite la réaction.

Voici, par exemple, les résultats d'une analyse du gaz méthane obtenu à partir d'un carbure préparé sans chauffage extérieur.

Gaz analysé	6
Oxygène ajouté	17,5
Après l'étincelle	12,1
Après absorption par la potasse	6,45
Après absorption par l'acide pyrogallique	0,35
Contraction	11,40
CO^2	5,65
Oxygène absorbé	11,40

Avec le gaz pur on aurait obtenu 5,65 de gaz carbonique et 11,30 de contraction.

III. Il était évident que les deux éléments s'uniraient aussi quand on les chaufferait au chalumeau oxyacétylénique. Effectivement, le produit brut en réagissant sur l'eau a fourni du méthane (¹).

IV. On peut aussi préparer le carbure d'aluminium en faisant agir les chlorures de carbone sur le métal. Le succès de la méthode ne paraît pas

(¹) C. Matignon, *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1391.

(²) Le détail des analyses sera donné dans un Mémoire développé.

douteux, *a priori*, si l'on envisage le dégagement thermique qui correspond par exemple à la réaction suivante :

$$10\,Al + C^6Cl^6 = 2\,AlCl^3 + 2\,C^3Al^4 + 727^{Cal},6.$$

La volatilité du chlorure d'aluminium permettra de séparer les deux produits et d'obtenir le carbure pur.

La poudre d'aluminium purifiée est mêlée avec les proportions théoriques de chlorure de Julin et le tout est chauffé en tube scellé à la température de 225°. Il importe de n'opérer que sur de petites quantités de matière sinon le vase scellé est infailliblement brisé.

On peut remplacer la benzine perchlorée par d'autres chlorures de carbone et diriger les vapeurs de ces chlorures sur la poudre d'aluminium légèrement chauffée.

Dans tous les cas, la production du méthane, à partir du corps obtenu, a montré qu'il se formait du carbure d'aluminium.

Il y a, dans la réaction précédente, le principe d'une méthode qui peut être généralisée et appliquée à la préparation d'autres carbures. Je me propose d'en faire l'étude (¹).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une méthode sensible pour la recherche du nickel en présence du cobalt.* Note de M. **Z. Tchougaeff**, présentée par M. A. Haller.

M. Pozzi-Escot vient de publier dans les *Comptes rendus* une Note (²) dans laquelle il décrit une méthode permettant « de caractériser avec une absolue certitude de très faibles quantités de nickel en présence de quantités quelconques de cobalt ».

Il ajoute qu'une semblable méthode n'était pas connue jusqu'à présent. Je me permets de rappeler que j'ai déjà décrit (³), il y a deux ans à peu près, une méthode qui sert à caractériser le nickel seul ou en présence du cobalt, méthode beaucoup plus sensible que celle de M. Pozzi-Escot.

(¹) La plupart des réactions exposées ont été prévues et faites publiquement au Collège de France, en février 1903, à l'occasion d'un cours sur les carbures, siliciures, etc. Elles ont été réalisées avec l'aide de M. Trannoy.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 435.

(³) *Ber. d. ch. G.*, t. XXXVIII, p. 2520.

J'ai démontré, notamment, que la diméthylglyoxime

$$CH^3 - C:NOH - C:NOH - CH^3$$

donne, avec des sels de nickel, surtout en présence d'ammoniaque, un composé complexe qui cristallise en petites aiguilles couleur rouge vif et qui correspond à la formule suivante (¹) :

```
CH³ — C ——— C — CH³
      ||     ||
      NO     NOH
       \   .·
        >Ni:
       /   ·.
      NO     NOH
      ||     ||
CH³ — C ——— C — CH³
```

Dans le but de faire la comparaison du degré de la sensibilité de ma méthode avec celle de M. Pozzi-Escot j'ai fait quelques expériences parallèles (²) dont voici les résultats :

Teneur en Ni métallique de la solution.	Quantités absol. de nickel corr. au vol. de 5^{cm^3}.	Molybdate d'ammonium.	Diméthylglyoxime.
1 : 20000...	mg 0,25	Point de réaction.	Précipité couleur rouge vif.
1 : 1000000.	0,005	Point de réaction.	Précipité couleur nettement rose.
1 : 2000000.	0,0025	Point de réaction,	Précipité nettement noirâtre.

De plus, l'emploi de la diméthylglyoxime permet bien facilement de caractériser $0^{mg},1$ de nickel en présence de 500^{mg} de cobalt (c'est-à-dire en présence de 5000 fois son poids de Co), tandis que la méthode au molybdate d'ammonium est loin d'atteindre ce degré de sensibilité.

Le défaut de la méthode de M. Pozzi-Escot s'accentue encore par ce fait qu'une solution à 5-10 pour 100 de chlorure de cobalt, chauffée avec une solution concentrée de molybdate d'ammonium, même en l'absence du nickel, donne un précipité abondant violet qui n'est probablement que le molybdate de cobalt, ou peut-être un sel basique correspondant.

Ainsi il est clair que la réaction du nickel peut être complètement masquée par la présence de quantités considérables de cobalt.

A tout ceci je trouve utile d'ajouter que la diméthylglyoxime permet de déceler le nickel en présence de toute une série d'autres métaux, comme

(¹) Voir pour les détails : *Zeit. anorg. Chem.*, t. XLVI, p. 144.

(²) Chaque épreuve fut exécutée avec un volume de 5^{cm^3} de la solution correspondante.

par exemple Mg, Zn, Cd, etc. qui empêchent la réaction avec le molybdate d'ammonium. Aussi M. Kraut ([1]) a démontré, il n'y a pas longtemps, qu'à l'aide de la diméthylglyoxime on peut découvrir, dans un même échantillon, non seulement la présence du nickel mais aussi bien celle du cobalt.

D'autre part, et d'après les expériences de M. Brunk ([2]), il résulte qu'à l'aide de ce même réactif ([3]) il devient facile d'effectuer le dosage du nickel seul, ou en présence du cobalt.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses dans le groupe du camphre. Synthèse totale du campholène.* Note de M. G. **Blanc**, présentée par M. A. Haller.

La méthode de synthèse qui m'a conduit récemment ([4]) à l'*isolaurolène* réussit également bien dans le cas du campholène qui est, comme je l'ai démontré autrefois ([5]), l'homologue de ce carbure :

```
CH3  CH3              CH3  CH3
  \  /                  \  /
   C                     C
CH2/ \C — CH3         CH2/ \C — CH3
  |   ||                |   ||
CH2———CH              CH2———C — CH3
 Isolaurolène.          Campholène.
```

Le procédé consiste à condenser l'éther 1.1-diméthylbutane-1.4.4-tricarbonique avec l'iodure de méthyle en présence d'éthylate de sodium.

Quant à l'éther 1.1-diméthylbutane-1.4.4-tricarbonique, on l'obtient facilement par l'action de l'éther malonique sodé sur l'éther γ-bromo-

---

([1]) *Zeitschr. angew. Chem.*, 1906.

([2]) *Chem. Centr.*, t. II, 1907, p. 635.

([3]) Il faut remarquer que ce produit est devenu actuellement beaucoup plus accessible grâce à un perfectionnement introduit, sur mes indications, dans le procédé de préparation par M. Jandourine (voir *Trav. du labor. de Chimie organique de l'École impériale polytechnique de Moscou*, t. III, p. 29).

([4]) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1084.

([5]) *Thèses Paris*, 1899.

1.1-diméthylbutyrique

$$
\begin{array}{l}
CH^3 \quad CH^3 \\
\quad \diagdown \diagup \\
\quad\; C \\
CH^2 \diagup \; \diagdown CO^2C^2H^5 \\
\;| \\
CH^2Br
\end{array}
+ NaCH \begin{array}{l} \diagup CO^2C^2H^5 \\ \diagdown CO^2C^2H^5 \end{array}
$$

$$
= NaBr + \begin{array}{l}
\quad CH^3 \quad CH^3 \\
\qquad \diagdown \diagup \\
\qquad\; C \\
CH^2 \diagup \; \diagdown CO^2C^2H^5 \\
\;| \\
CH^2 \text{———} CH \begin{array}{l} \diagup CO^2C^2H^5 \\ \diagdown CO^2C^2H^5 \end{array}
\end{array}
\rightarrow
\begin{array}{l}
\quad CH^3 \quad CH^3 \\
\qquad \diagdown \diagup \\
\qquad\; C \\
CH^2 \diagup \; \diagdown CO^2C^2H^5 \\
\;| \qquad\qquad \diagup CO^2C^2H^5 \\
CH^2 \text{———} C \text{—} CO^2C^2H^5 \\
\qquad\qquad\;\; \diagdown CH^3
\end{array}
$$

L'éther 1.1-diméthylé est un liquide huileux, incolore, bouillant à 175° sous 12^{mm}; l'éther 1.1.4-triméthylé bout sensiblement plus bas, soit à 168° sous 14^{mm}.

Ce dernier, saponifié par la potasse alcoolique étendue, fournit l'acide tricarbonique correspondant. Cet acide est en aiguilles blanches, peu solubles dans l'eau, plus solubles dans l'éther et l'acide formique. Il fond à 205° en perdant CO^2 et en donnant l'acide 1.1.4-triméthylbutane 1.4-dicarbonique ($\alpha\alpha\delta$-triméthyladipique) :

$$
\begin{array}{l}
\quad CH^3 \quad CH^3 \\
\qquad \diagdown \diagup \\
\qquad\; C \\
CH^2 \diagup \; \diagdown CO^2H \\
\;| \qquad\qquad \diagup CO^2H \\
CH^2 \text{———} C \text{—} CO^2H \\
\qquad\qquad\;\; \diagdown CH^3
\end{array}
\rightarrow
\begin{array}{l}
\quad CH^3 \quad CH^3 \\
\qquad \diagdown \diagup \\
\qquad\; C \\
CH^2 \diagup \; \diagdown CO^2H \\
\;| \\
CH^2 \text{———} CH \begin{array}{l} \diagup CO^2H \\ \diagdown CH^3 \end{array}
\end{array}
$$

L'acide $\alpha\alpha\delta$-triméthyladipique fond à 113°-114, il est peu soluble dans l'eau, plus facilement soluble dans l'acide formique étendu. Il est très probablement identique à l'acide obtenu par Wallach et Kempe [1] dans l'oxydation de la pulénone.

Chauffé avec de l'anhydride acétique, il est converti en un anhydride qui,

---

[1] *Lieb. Ann.*, t. CCCXXIX, p. 82.

distillé lentement à la pression ordinaire, se cyclise en se transformant en 1.1.4-triméthylcyclopentanone-5 :

```
CH³  CH³                          CH³  CH³
  \  /                              \  /
   C                                 C
CH²/ \CO²H            →          CH²/ \CO
 |                                |     |
 |        /CO²H                   |     |
CH²———CH<                        CH²———CH — CH³
          \CH³
```

La nouvelle cétone est un liquide mobile d'odeur de camphre et de menthone bouillant à 152°. Son oxime cristallise dans l'éther de pétrole en gros prismes fusibles à 62°.

Condensée avec l'iodure de méthylmagnésium, la pentanone est convertie en un alcool tertiaire qui est un liquide légèrement huileux, d'une odeur intense de camphre et de moisi, bouillant à 72°/18^{mm}. Il ne cristallise pas à — 15°. Soumis à la distillation à la pression ordinaire il perd spontanément de l'eau en se transformant en un carbure identique au campholène :

```
CH³  CH³                          CH³  CH³
  \  /                              \  /
   C                                 C
CH²/ \C/CH³           →          CH²/ \C — CH³
 |    | \OH                       |     ||
CH²———CH — CH³                   CH²———C — CH³
```

comme le montre la comparaison des constantes physiques :

	Campholène de l'acide β-campholénique.	Campholène synthétique.
Point d'ébullition	132°	132°
D_4^{15}	0,8030	0,8035
n_D^{20}	1,4451	1,4446

Enfin, de même que le campholène provenant du camphre, le campholène synthétique fournit de l'acide αα-diméthyllévulique (semi-carbazone fusible à 190°) par l'oxydation manganique.

MÉDECINE. — *L'anilarsinate de soude dans la syphilis.* Note de M. **Paul Salmon**, présentée par M. Laveran.

Béchamp, en 1863, publiait une Note à l'Académie des Sciences (*Sur la formation d'un anilide de l'acide arsénique*). L'anilarsinate de soude de Béchamp serait identique au produit actuellement désigné sous le nom d'*atoxyl;* c'est une poudre amorphe, soluble dans la proportion de 20 pour 100, contenant, d'après Bertheim, 24,10 pour 100 d'acide arsénieux. L'atoxyl, préparé pour l'usage pharmaceutique, est un sel nettement défini, ne contenant ni arsénites, ni arséniates à l'état de liberté; on peut ainsi faire absorber sans danger une quantité élevée d'arsenic.

On a pu récemment obtenir l'atoxyl en cristaux réguliers; il était important de comparer les propriétés du sel amorphe et du sel cristallisé.

Les deux produits seraient semblables au point de vue de leur composition chimique, ou du moins les réactifs les plus délicats ne décèleraient aucune différence. Nous avons recherché si les réactions physiologiques, plus sensibles peut-être, permettraient de faire une distinction entre l'atoxyl A ou amorphe et l'atoxyl C ou cristallisé.

Tout d'abord, il nous a fallu écarter une objection faite par Hallopeau à l'atoxyl A. D'après ce savant, cette substance serait impure et très toxique, contrairement à une autre préparation (atoxyl français) ou atoxyl B. Mais les chimistes n'ont pas, après analyse, remarqué de différence entre A et B, et l'expérience sur les animaux n'a pas confirmé l'opinion d'Hallopeau : chez les lapins et les singes macaques, nous avons obtenu avec précision, au même jour et avec les mêmes doses, les mêmes symptômes d'intoxication en utilisant le produit A ou le produit B. Nous ne nous occupons plus que du parallèle entre l'atoxyl A et l'atoxyl C.

Cliniquement, sur l'homme, nous avons observé une égalité d'action thérapeutique de A et de C, les mêmes effets curatifs constants, rapides, spécifiques en un mot, sur les divers syphilomes, primaire, secondaire ou tertiaire.

Nous avons insisté surtout, dans nos investigations, sur le point de savoir si le sel cristallisé, par conséquent absolument pur, se montrerait moins toxique que le sel non cristallisé. On pouvait se demander, en effet, si l'anilarsinate de soude amorphe ne contenait pas d'isomères organiques, dont la

présence en quantité minime ne pouvait être révélée par les réactifs chimiques, mais suffisait pour expliquer l'intolérance de certains malades.

Les renseignements obtenus étaient en faveur de l'atoxyl C sur l'atoxyl A. Des souris, par exemple, résistaient mieux à C. Une expérience, sur les lapins, aboutit au même résultat favorable; par contre, chez les rats blancs et chez les singes macaques, nous avons constaté un même coefficient de toxicité pour les deux échantillons A et C. Nous procédions ainsi : injections successives à doses élevées mais non mortelles, jusqu'à production de la parésie du train de derrière; cette parésie disparaît spontanément si l'on cesse le traitement arsénical.

Il est intéressant de remarquer que l'intoxication atoxylique se manifeste chez l'animal par des accidents médullaires, toujours semblables, et que cette variété d'accidents n'a jamais été signalée chez l'homme atoxylé.

Chez des sujets atteints de maladie du sommeil et traités longuement par de fortes doses d'anilarsinate, on a observé un certain nombre de cas d'atrophie du nerf optique. Cette notion doit engager à user avec prudence et ménagement de la médication arsénicale; du reste la syphilis nécessite un traitement moins intensif et moins prolongé que la trypanosomiase humaine. En France, une observation vient d'être publiée (¹), où les troubles oculaires, apparus 2 ans avant le traitement arsénical, doivent être rattachés manifestement à l'infection syphilitique; l'atrophie du nerf optique, conséquence de la syphilis, est bien connue.

Quoi qu'il en soit, nous n'avons jamais dans notre pratique constaté le moindre accident du côté des yeux.

Nous avons cependant expérimenté l'atoxyl sur une vaste échelle pendant 7 mois; 181 syphilitiques ont reçu 1349 injections de 50^{cg} et au-dessus; nous avons atteint chez quelques malades de hautes doses : ainsi, Er., 21^{g} en 165 jours; Bl., 13^{g} en 120 jours; Co., 18^{g} en 196 jours; Ko., $17^{g},50$ en 180 jours.

On ne peut donc prendre comme mesure du degré de toxicité relative les accidents oculaires causés par l'atoxyl A ou l'atoxyl C. Nous avons essayé d'arriver à une approximation suffisante par une statistique des cas d'intolérance se manifestant soit sur le système nerveux (courbature, oppression, céphalée), soit sur l'appareil gastro-intestinal (coliques, nausées, vomissements).

Les malades étaient soumis tous les deux ou trois jours à des injections de 50^{cg} et

(¹) TERRIEN, *Annales des maladies vénériennes*, oct. 1907.

parfois davantage du composé arsénical. Cette statistique a été établie uniquement sur les individus masculins; en effet, comme l'a montré Hallopeau, cette dose, 50^{cg}, est trop considérable pour la plupart des femmes. On peut alors diviser les malades en deux catégories nettement distinctes : les intolérants, dont l'idiosyncrasie à l'arsenic se manifeste exceptionnellement dès la première ou la deuxième dose, le plus souvent après la quatrième ou la cinquième injection de 50^{cg}; et, d'autre part, les tolérants, chez qui cette dose de 50^{cg} semble pouvoir être indéfiniment supportée, sans le moindre inconvénient.

Nous avons étudié 149 individus à ce point de vue avec les résultats suivants :

1re série traitée par l'atoxyl A	18	pour 100	de cas d'intolérance
2e série traitée par l'atoxyl A	13	»	»
3e série traitée par l'atoxyl C (47 malades en clientèle de ville)	12	»	»
4e série traitée par l'atoxyl C (41 malades en clientèle d'hôpital)	12	»	»

De ces chiffres résulte une légère différence en faveur du sel cristallisé. Nous rappellerons ici la statistique de Hallopeau aboutissant à 17 pour 100 sur des malades, hommes et femmes, soumis à des injections de 75^{cg}.

En outre, nous avons remarqué que l'atoxyl C provoquait de préférence la courbature, contrairement à l'atoxyl A qui produit la colique et les vomissements, phénomènes plus pénibles à supporter. Il semble que l'atoxyl C ne manifeste son action que par des signes d'intoxication atténuée.

D'autre part, les individus intolérants pour l'anilarsinate A ont prouvé une susceptibilité à peu près semblable pour l'anilarsinate C. On ne peut donc, de par l'étude des effets thérapeutiques et toxiques, différencier nettement le sel amorphe et le sel cristallisé; mais les nuances sont en faveur de l'atoxyl C dont l'emploi en pharmacologie est tout indiqué.

Le chiffre de toxicité, 12 pour 100, pouvant être aisément réduit à 10 pour 100, montre que l'atoxyl, bien supporté par la grande majorité des individus, mérite de prendre place dans la thérapeutique.

Si l'arsenic, au même titre que le mercure, exige pour être manié certaines précautions, l'anilarsinate de soude, par ses propriétés curatives dans les lésions syphilitiques, par sa toxicité réduite et l'absence d'accidents graves d'intolérance, par l'absence de réactions locales et de douleur au point de l'injection, présente de grands avantages pour le traitement de la syphilis.

PATHOLOGIE. — *Des causes des crises trypanolytiques et des rechutes qui les suivent.* Note de M. A. **Massaglia**, présentée par M. Laveran.

Chez certaines espèces animales, les trypanosomiases évoluent sans crises; le nombre des parasites suit, depuis le début de la maladie jusqu'à la mort, une progression croissante régulière. Chez d'autres espèces, au contraire, la maladie procède par poussées; le nombre des trypanosomes, après une période d'accroissement, diminue tout à coup et parfois dans une proportion telle que l'examen histologique du sang est négatif; les crises trypanolytiques sont bientôt suivies de rechutes, c'est-à-dire que les parasites ne tardent pas à pulluler de nouveau dans le sang.

Sur le conseil de M. Laveran, j'ai entrepris quelques expériences dans le but de rechercher la cause des crises trypanolytiques et des rechutes qui les suivent. Ces expériences ont été faites à l'Institut Pasteur.

Dans une Note antérieure ([1]) j'ai montré que, conformément à l'opinion défendue par MM. Laveran et Thiroux, la rate n'a pas de propriété trypanolytique spéciale et que les crises trypanolytiques s'observent chez les animaux dératés comme chez les animaux normaux.

A priori on pouvait penser que les crises étaient dues à la formation d'un anticorps dans le sang des animaux infectés de trypanosomiase. J'ai donc été conduit à étudier les propriétés du sérum recueilli chez des animaux infectés de trypanosomiase avant, pendant et après une crise trypanolytique bien marquée. L'animal choisi pour ces expériences a été le cobaye, et le trypanosome inoculé a été *Tr. Evansi* (Surra de Maurice).

Le sérum a été l'objet de deux séries d'expériences *in vitro* et *in vivo*.

1° *Expériences* in vitro. — Les sérums de cobayes infectés de Surra, recueillis avant, pendant et après la crise trypanolytique, ont été mélangés à parties égales avec du sang de cobayes ou de souris riche en *Tr. Evansi* et les mélanges ont été examinés d'heure en heure, en goutte pendante. Des expériences de contrôle ont été faites en même temps avec du sérum de cobaye normal.

Les résultats de ces expériences ont été les suivants :

Le sérum du cobaye normal n'exerce aucune action sur les trypanosomes du cobaye examinés soit avant, soit après la crise; la destruction des trypanosomes ne commence

([1]) *Comptes rendus*, 30 septembre 1907.

dans ces conditions qu'au bout de 6 heures. Le sérum du cobaye normal exerce au contraire une très faible action agglutinante, puis immobilisante et trypanolytique, sur les trypanosomes de la souris; l'action agglutinante est visible après 3 heures, l'action trypanolytique après 4 heures.

Le sérum de cobaye infecté recueilli avant la crise exerce un faible pouvoir agglutinant et immobilisant après 2 heures, et trypanolytique après 3 heures, sur les trypanosomes de cobaye avant la crise; ce pouvoir est presque nul sur les trypanosomes de cobaye après la crise; il est assez fort sur les trypanosomes de la souris.

Le sérum de cobaye infecté recueilli pendant la crise exerce un très fort pouvoir agglutinant, immobilisant et trypanolytique sur les trypanosomes de la souris et sur les trypanosomes du cobaye avant la crise; son action est faible sur les trypanosomes du cobaye après la crise. Il est à noter que, dans les préparations faites avec le sang de souris, tous les trypanosomes sont morts après 7 heures et presque tous détruits, tandis que, dans les préparations faites avec le sang de cobaye avant la crise, on trouve encore, après 7 heures, quelques rares trypanosomes mobiles.

Le sérum de cobaye infecté recueilli après la crise possède à très peu près les mêmes propriétés que le sérum recueilli pendant la crise.

Les sérums de cobaye infecté chauffés pendant 15 minutes à 65° perdent tout leur pouvoir sur les trypanosomes.

2° *Expériences* in vivo. — Le sérum de cobaye infecté de Surra recueilli pendant la crise a été essayé, au point de vue de son pouvoir curatif, sur des souris infectées de Surra. La quantité de sérum inoculée à chaque souris a été de 1^{cm^3} à 2^{cm^3}. La durée de la vie n'a pas été plus longue chez les animaux ainsi traités que chez les témoins.

Au point de vue préventif, il a été constaté que le sérum de cobaye infecté, recueilli pendant la crise, avait un pouvoir préventif faible, ce qui concorde avec les résultats obtenus par M. Thiroux dans la trypanosomiase humaine [1].

Conclusions. — Il me paraît ressortir des expériences *in vitro* résumées plus haut que les crises trypanolytiques sont dues à la formation d'anticorps dans le sang des cobayes infectés de trypanosomes; des parasites en petit nombre échappent à la destruction, parce qu'ils s'accoutument à l'action des anticorps; ce sont ces parasites qui donnent lieu aux rechutes; comme les parasites s'accoutument de mieux en mieux aux anticorps, on comprend que les crises trypanolytiques quand elles se répètent soient de moins en moins marquées.

Si le sérum de cobaye infecté de Surra, recueilli pendant la crise, n'a pas d'effet apparent sur l'évolution de la même maladie chez les souris, c'est probablement parce que les doses de sérum injectées aux souris sont insuf-

---

[1] Thiroux, *Soc. de Biologie*, 5 mai 1906.

fisantes et que les anticorps injectés avec le sérum sont rapidement éliminés, ce qui ne leur permet pas d'agir *in vivo* comme *in vitro*.

PHYSIOLOGIE. — *Action accélératrice propre du fluorure de sodium sur la coagulation du lait par les présures végétales.* Note de M. C. **Gerber**, présentée par M. Alfred Giard.

Les sels alcalins, en général, ainsi qu'il résulte d'une étude que nous avons faite de ces corps, se comportent, dans la coagulation du lait par les présures végétales, comme le chlorure de sodium.

Loin d'être, comme cela semblait établi, retardateurs à toute dose, c'est-à-dire opposés aux sels alcalino-terreux, ils sont, au contraire, comme ceux-ci, accélérateurs à faible dose et retardateurs à forte dose.

Cette loi ne semble pas s'appliquer au petit groupe des sels qui, comme les fluorures et les oxalates, jouissent de la propriété de précipiter le calcium de ses solutions salines. D'après M. Javillier, ils retardent, en effet, la coagulation du lait ou même empêchent sa production suivant que la quantité ajoutée au lait est faible ou forte. Mais, les sels de calcium étant des accélérateurs puissants de cette coagulation, l'adjonction d'un fluorure ou d'un oxalate alcalins au lait peut très bien déterminer un retard, sans que l'on soit autorisé, comme le fait cet auteur, à considérer ces sels comme doués de propriétés retardatrices propres.

Il suffit, en effet, que leurs propriétés accélératrices soient plus faibles que celles de la chaux pour être masquées par la précipitation de celle-ci.

Tel est le cas, en particulier, du fluorure de sodium.

Mettons, en effet, en contact du lait cru et du lait bouilli, pendant un temps prolongé (3 heures), avec des doses croissantes de fluorure de sodium, puis faisons agir sur ces laits, à 55°, les types de présures qui leur conviennent le mieux (Figuier pour le lait bouilli, *Broussonetia* pour le lait cru).

Nous obtiendrons les résultats consignés dans le Tableau suivant :

Nombre de molécules milligrammes de Na Fl ajoutées à 1¹ de lait.	5cm³ lait bouilli, $\frac{1^{cm^3}}{75}$ suc Figuier. R.	m s	5cm³ lait cru, $\frac{1^{cm^3}}{75}$ suc *Broussonetia*. R.	m s
0............	1	14.50	1	17.20
1............	0,99	14.50	0,99	17.10
2............	0,98	14.20	0,98	17
3............	0,99	14.30	0,99	17.10
4............	1,02	15.10	1,04	18
5............	1,04	15.40	1,05	18.10
10............	1,33	19.40	1,06	18,20
20............	3,47	51,40	1,14	19,50
30............	∞	pas de	1,42	24,40
40............	∞	coagu-	∞	pas de coagulat.
50............	∞	lation	∞	après 420m
60............	∞	après 420m	6.77	117,20
70............	6,62	98	6,29	109
80............	4,81	71.10	5,83	101
90............	3,82	56.30	5,31	92
100............	3,58	53	4,96	86
120............	3,49	50.40	5,89	92.20
140............	3,47	50.20	5,33	93.10
160............	4,86	72	5,48	95
200............	7,59	112.20	7,51	130.10
300............	14,20	210	∞	pas de coagulat.
400............	∞	pas de coagulat. après 420m	∞	après 420m

On voit que le fluorure de sodium est, tout d'abord, faiblement accélérateur; puis il devient retardateur et, dès qu'il atteint la dose de 30 à 40 molécules milligrammes par litre de lait, il s'oppose complètement à la coagulation; mais, lorsqu'on arrive au chiffre de 60 à 70 molécules milligrammes, l'action coagulante se manifeste à nouveau et elle devient d'autant moins lente que la dose de fluorure augmente. Cependant, au-dessus de 120 à 140 molécules milligrammes, la coagulation redevient plus lente, et elle finit enfin par ne plus se faire du tout.

Les phénomènes observés trouveraient leur expression dans les portions extrêmes d'une courbe discontinue dans sa région médiane, l'une des branches représentant l'effet accélérateur à dose faible et moyenne; l'autre, l'effet retardateur à dose forte de fluorure de sodium. Les régions déformées

avoisinant la partie médiane manquante de la courbe et cette partie elle-même exprimeraient l'action perturbatrice due à la précipitation des sels de chaux par le fluorure de sodium.

Cet effet perturbateur peut être atténué par l'adjonction, au lait fluoruré, d'une certaine quantité de Na Cl, comme dans l'expérience suivante :

Nombre de molécules milligrammes de Na Fl ajoutées à 1¹ de lait.	5cm³ lait bouilli à $\frac{20}{1000}$ Na Cl, $\frac{1cm^3}{150}$ suc Figuier. R.		5cm³ lait cru à $\frac{6}{1000}$ Na Cl, $\frac{1cm^3}{150}$ suc *Broussonetia*. R.	
		m s		m s
0	»	19.30	»	32.30
1	»	17	»	31.40
2	»	16.45	»	31.20
3	»	16.40	»	31.10
4	»	16.30	»	31.10
5	»	16.30	»	31
10	»	17	»	31
20	»	25.20	»	30.50
30	»	72	»	35.40
40	1	134.40	»	96.20
50	0,96	129	1	158
60	0,72	97	0,94	148.20
70	0,66	89	0,85	135
80	0,63	85	0,84	132.50
90	0,67	88	0,82	130
100	1,14	153	0,80	126
120	∞	pas de coagulation après 600m	1,04	165
140	∞		1,21	191,40
160	∞		1,64	260.20
200	∞		∞	pas de coagulation après 600m

Il suffit de comparer ce Tableau au précédent pour voir que Na Cl a pour effet de transformer la courbe discontinue de tout à l'heure en une courbe continue. Grâce à lui, en effet, la coagulation du lait a pu se faire dans la région médiane de cette courbe, au moment où la chaux est complètement précipitée et où le fluorure de sodium restant en solution dans le lait est en quantité trop faible pour manifester son effet accélérateur.

Il nous était impossible d'obtenir, avec le premier Tableau, la courbe

représentative de l'action propre de NaFl en tant que sel alcalin, dégagée de l'action due à la disparition, par précipitation, de la chaux. Rien n'est plus facile avec le second Tableau. Les chiffres les plus élevés qui occupent la place où la courbe était rompue, dans le premier Tableau, représentent le temps mis par le lait pour coaguler au moment où il n'y a ni chaux ni fluorure en solution. Il suffit donc de rapporter à ce temps pris comme unité les temps de coagulation qui suivent pour mesurer l'action de doses croissantes de NaFl sur la coagulation d'un lait à minéralisation bien définie. *La simple comparaison de ces chiffres à ceux que nous avait donnés précédemment* (1) *le chlorure de sodium montre que ces deux sels ont la même action, à l'intensité près, sur la coagulation du lait par les présures végétales.*

GÉOLOGIE. — *Esquisse préliminaire de la Géologie du Dahomey.* Note de M. **Henry Hubert**, présentée par M. A. Lacroix.

M. le gouverneur Liotard ayant bien voulu me charger d'une mission scientifique dans la colonie dont il avait la haute direction, j'ai parcouru pendant deux années consécutives (1904 à 1906) nos possessions comprises entre le 6°30′ et le 14° latitude Nord, le 1° longitude Est et le 2° longitude Ouest. Les points extrêmes atteints au nord des limites actuelles de la colonie du Dahomey et dépendances sont Pama, Fada N'Gourma, Sansan-Haoussa. La route ainsi parcourue comporte environ 7000^{km}, dont 5000^{km} d'itinéraires différents.

L'ensemble de mes observations et l'examen des nombreux matériaux recueillis permettent d'indiquer dès maintenant les grandes lignes de la Géologie dont je poursuis l'étude de détail dans le laboratoire de Minéralogie du Muséum.

Les formations géologiques rencontrées comprennent trois séries bien distinctes, mais toutes trois d'âge indéterminé. La première est constituée par des roches schisteuses très anciennes, plissées; la seconde comprend des dépôts plus récents, effectués pendant une période fort longue et dont l'allure primitive n'a pas été modifiée; enfin la troisième, bien postérieure aux précédentes, est localisée dans la partie méridionale de la colonie, où elle forme une bande côtière de 50^{km} à 100^{km} de largeur.

(1) C. Gerber et S. Ledebt, *Comptes rendus*, 30 septembre 1907.

L'*Archéen* comprend la plus grande partie des terrains au nord du 7e parallèle. Il se manifeste au Sud, soit par un brusque relèvement du sol (plateaux d'Abomey et de Zagnanado), soit par une zone en pente douce sur la frontière allemande (Alovicoté). Dès lors, il affleure d'une façon exclusive et presque constante jusque dans la région de Kandi, au nord de laquelle il est souvent masqué par les formations postérieures. Il se prolonge certainement au delà de Sansan-Haoussa, où on le retrouve encore.

Il comprend des gneiss de composition minéralogique variée (*gneiss, gneiss à amphibole, amphibolites*, etc.), et, dans la région de Djougou seulement, des micaschistes. Il forme aujourd'hui une vaste pénéplaine dont les plus hautes altitudes (400^m en moyenne) se trouvent réparties sur une ligne qui cadre assez bien avec le 10e parallèle, mais qui ne se traduit par aucun accident orographique. De part et d'autre de cette ligne, la pénéplaine s'incline très régulièrement avec une pente voisine de $\frac{1}{1000}$.

Immédiatement au-dessus de l'Archéen, et en concordance avec lui, se trouvent des quartzites, conglomérats, schistes, phyllades, calcaires marmoréens, tous profondément métamorphisés. MM. Gautier et Chudeau ont assigné comme âge à des formations analogues, rencontrées par eux plus haut sur le Niger, le *Silurien* ([1]). Mais s'il est possible que cette détermination d'âge soit applicable aux terrains métamorphisés du Haut-Dahomey, je n'ai pas les éléments pour l'affirmer, parce que les termes de comparaison qu'ont eus ces voyageurs, venant du Nord, m'ont fait totalement défaut. En effet, ces dépôts, sauf les calcaires, sont localisés dans une région accidentée, l'Atacora, et isolés de tous les autres.

Toutes les formations dont il vient d'être question ont été affectées par les mêmes plissements, qui se manifestent encore sur les gneiss par le redressement des plans de schistosité et par leur disposition en bandes rectilignes parallèles, d'orientation constante pour tous les gisements situés sous une même latitude. Cette orientation, N-S jusqu'au 10°, s'incurve un peu au delà pour devenir définitivement NNE-SSW. Dans l'Atacora, où les quartzites atteignent 300^m de puissance, les assises sont souvent redressées, parfois jusqu'à la verticale, mais sur des étendues limitées.

Ces plissements sont encore mis en évidence par l'orientation rigoureusement parallèle, sous une même latitude, de tous les dômes gneissiques

---

(1) F.-F. GAUTIER, *A travers le Sahara français* (*La Géographie*, année 1907, p. 2). — CHUDEAU, *L'Aïr et la région de Zinder* (*La Géographie*, année 1907, p. 323).

(50^m à 200^m) répartis en petites chaînes allongées, et de tous les chaînons discontinus qui composent l'Atacora.

L'importance de ces plissements est de premier ordre, en raison de l'étendue des territoires qu'ils intéressent, puisqu'on les retrouve vers l'Ouest, au moins dans la plus grande partie du Togo, et que, vers l'Est, ils s'étendent bien au delà de la vallée du Niger, du moins dans la partie comprise entre Boussa et Ansongo.

Du reste, de même qu'ils se traduisent constamment dans l'orographie actuelle, ils ont eu une influence considérable sur l'hydrographie, puisqu'ils ont déterminé la direction des grandes rivières et tous les accidents (coudes, déviations, rapides, etc.) du cours du Niger, normal à leur direction.

Je ne fais pour l'instant aucune hypothèse sur l'origine des gneiss, que je me propose de discuter ultérieurement. Je ferai seulement remarquer qu'ils contiennent de nombreux massifs ou pointements éruptifs. Au Sud, ce sont surtout des granites (Oumkémé, Affita, Abomey). Dans la partie centrale, le greisen (Carnotville) et la pegmatite (Djougou, Tchaourou) se rencontrent fréquemment. Enfin, vers le Nord, ce sont les roches basiques qui dominent, notamment des diabases (Diapaga, Goubon), des gabbros (Mardaga), etc.

Les formations de la deuxième série sont des grès continentaux, non fossilifères, reposant également sur l'Archéen, mais en discordance avec lui.

Ces grès forment une série de hauteurs tabulaires, entamées jusqu'à leur base par l'érosion. Ils sont répartis, mais d'une façon intermittente, le long du Niger; depuis Kandi jusqu'à Sansan-Haoussa, et dans le Gourma.

Les formations de la troisième série débutent par une assise de calcaires fossilifères que la mer a laissés contre la bordure méridionale de l'Archéen. Les coquilles dont ces calcaires sont pétris sont malheureusement en trop mauvais état pour qu'on puisse les déterminer avec précision; cependant elles ne peuvent être rapportées à une époque antérieure au Crétacé. L'aire où se rencontrent ces calcaires coïncide avec une zone marécageuse importante (Lama) qui traverse toute la colonie, depuis le pays des Hollis jusqu'au delà du Mono.

Au-dessus de cette formation, et toujours vers le Sud, se trouvent des grès continentaux très récents qui couronnent le plateau des Adjas et celui de Dogba.

Enfin, à proximité de la côte, s'étalent d'abondantes alluvions fluviatiles, puis le cordon littoral, isolant un important système lagunaire.

Les seules formations superficielles notables sont, dans le Sud, un dépôt argilo-sablonneux, souvent très épais, désigné dans la colonie sous le nom de *terre de barre*, et, au Nord, le conglomérat ferrugineux, résultant, d'une façon presque constante, de la décomposition *sur place* des granites et des gneiss.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Les déplacements des maxima de l'anomalie positive et négative de la pesanteur relativement à la configuration du terrain.* Note de M. **Giulio Costanzi.**

Il semblait que les observations de la pesanteur et celles de la déviation de la verticale eussent démontré le peu de densité des masses continentales en comparaison de l'excès des masses subocéaniques; de sorte que ni la surabondance apparente de matière, due aux élévations continentales, ni le manque apparent, dû aux dépressions océaniques, ne produisaient l'effet que la théorie eût fait prévoir.

D'après M. Defforges, qui se fondait sur l'ensemble des observations existantes, la pesanteur est trop forte au-dessus des mers et trop faible au-dessus des continents; par conséquent, ceux-ci se soulèvent et celles-là s'affaissent. Pourtant, plusieurs faits, auxquels on était tout d'abord loin de s'attendre, troublent la régularité de cette loi.

I. Les observations de Nansen sur la glace polaire, qui ont démontré la normalité de la pesanteur au-dessus de 4000^m de profondeur.

II. Les observations de M. Riccò, qui trouva des minima positifs près du bord de la Calabre Ultérieure, tandis que les maxima étaient sur les montagnes.

III. Les mesures faites par M. Hecker sur la mer Atlantique démontrent que la pesanteur est tout à fait normale le long des lignes explorées, excepté là où il existe des variations soudaines dans la profondeur.

IV. Les mesures faites récemment par le même auteur dans le Pacifique ont fait reconnaître une anomalie négative correspondant à la profondeur de 9000^m.

V. Les résultats de la campagne conduite sur le lac Balaton, où l'on put vérifier un fait analogue à celui que M. Riccò a noté dans ses recherches : c'est-à-dire que les maxima des anomalies positives enserrent une région allongée ayant son axe parallèle à celui du lac, placé dans le Nord.

VI. L'anomalie positive très sensible qu'on trouve bien souvent dans les îles.

VII. L'examen de deux Cartes des anomalies de la gravité pour l'Europe centrale et pour le Japon, que M. le capitaine T. Gurgo et moi avons construites.

Un tel examen nous a convaincus que les considérations susmentionnées correspondent à un fait général et qu'on peut formuler les trois lois suivantes :

1. Les maxima (absolus) des anomalies négatives ne se vérifient point le long des axes des chaînes de montagnes, mais ils suivent une ligne parallèle à l'axe même et opposée à la plus grande dépression voisine.

2. Les maxima des anomalies positives ne se trouvent pas sur les dépressions, mais eux aussi se déplacent dans le sens des anomalies positives.

3. La direction des déplacements est à peu près égale à celle de la normale externe à la courbe formée par les chaînes de montagnes.

Il y a pourtant une exception, la seule que nous avons rencontrée, à la première loi, mais c'est une chose bien digne de remarque : il s'agit de l'Etna. Les maxima de l'anomalie négative se trouvent sur le sommet de cette montagne, dont l'origine est pourtant bien différente des autres. Ce volcan s'élève, peut-être par une circonstance tout à fait fortuite, là où se rencontrent les directions des déplacements de l'anomalie qui viennent de la fosse Tyrrhénienne et de la mer Ionienne.

L'examen de la Carte susdite nous démontre donc que les anomalies positives qui, selon la loi de M. Defforges, devraient se vérifier dans les mers Ligurienne et Tyrrhénienne, pénètrent dans le continent, envahissent une partie des Alpes Maritimes et celles de la Ligurie, peut-être les Apuanes, l'Apennin Emilien, l'Apennin central, le massif d'Aspromonte, les chaînes septentrionales de la Sicile.

Les maxima des anomalies négatives correspondent à toutes ces chaînes, se déplacent dans le même sens radial et descendent le long de la ligne Fossano-Crea-Alexandrie-Voghera-Bologne-Forli-Rimini, peut-être Macerata-Chieti-Campobasso, et puis (nous n'avons pas d'autres observations jusqu'à la Calabre Ult.) Siderno-Gerace-Bianco.

En Sicile, les maxima négatifs se déplacent vers le centre. Parallèlement et dans la même direction, les maxima positifs du bassin du Pô et celui de l'Adriatique se déplacent vers le mont Blanc, sous les monts Lessini, parmi les îles de la Dalmatie, etc. On peut constater aussi des déplacements analogues pour les montagnes de la Bohême et du Bakonywald.

Tout cela nous induit à soupçonner l'existence d'un mouvement général de la masse du terrain, qui serait d'une vélocité différente pour la couche supérieure relativement à la couche inférieure. Pour cette dernière, la vélocité peut avoir été plus grande par l'effet de la température. On doit observer que dans tous les états d'équilibre il y a une distribution correspondante de dilatation dans la masse, laquelle influe sur la gravité. Les phénomènes sous-mentionnés indiqueraient un certain retard de phase, pour ainsi dire, des couches supérieures respectivement aux inférieures. Si ces considérations sont exactes, le mouvement devrait se continuer dans la direction des maxima négatifs et, pour les dépressions, dans celle des maxima positifs.

Il faut aussi remarquer que pour ce qui concerne les Alpes, les Apennins septentrionaux, les Carpathes Est, la direction du déplacement est dans le sens de la convexité des chaînes et se fait vers le Nord, selon la direction que M. Suess assignait à l'effort orogénique et que M. Bertrand appelait *la marche vers le pôle ;* tandis que, en considérant les montagnes de la Sicile, de la Calabre et de l'Apennin central, nous voyons que cette loi se vérifie seulement en ce qui concerne la direction du déplacement vers la convexité. Le mouvement vers le Nord ne s'y vérifie point.

M. L. **Danion** adresse une Note intitulée : *Phénomènes produits par l'électricité statique sur les lampes à incandescence.*

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Aristide Charet** adresse une Note sur un *Essai de production artificielle du diamant par la décomposition du sulfure de carbone sous l'influence de l'électricité.*

(Renvoi à l'examen de MM. Ditte, Lemoine, Haller, Lacroix et Le Chatelier.)

M. **Harold Tarry** adresse deux Notes sur la *Prédiction des inondations.*

(Renvoi à l'examen de M. Mascart.)

M. le Dr **Rayon-Araya Echeverria** a adressé une Communication (reçue dans la séance du 14 octobre) sur un *Mode de traitement des maladies mentales,* qu'il pratique depuis de nombreuses années, sous le nom d'*électra-anesthésie.*

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

A. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 OCTOBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La maladie du Sapin pectiné dans le Jura.* Note de MM. **Prillieux** et **Maublanc**.

M. Bouvier a signalé il y a quelque temps à l'Académie les ravages causés dans le Jura par une maladie des Sapins désignée par lui sous le nom de *rouge*.

La station de Pathologie végétale et le Muséum d'Histoire naturelle avaient déjà reçu des échantillons de rameaux de Sapin tués par cette maladie et sur lesquels diverses espèces de Champignons avaient été reconnues et décrites, mais la cause même du mal était encore incertaine.

M. Maublanc, mycologue attaché à la Station de Pathologie végétale, vient de faire, dans les forêts du Jura où le mal avait été signalé, une excursion où le conservateur des forêts de Lons-le-Saunier, M. Bazaille, a bien voulu l'accompagner et le guider lui-même.

M. Maublanc a récolté ainsi et rapporté à la Station de Pathologie végétale des échantillons de Sapins malades qui ne laissent plus aucun doute sur la nature du mal dont sont atteints les Sapins dans le Jura.

On peut se rendre parfaitement compte du caractère de cette maladie et des dégâts qu'elle produit si l'on suit la ligne du chemin de fer de Champagnole à Morez. Les premiers peuplements que l'on rencontre et où le Sapin existe sont situés à l'altitude de 500^{m}; dans cette région le Sapin a tendance à descendre et à remplacer le Hêtre. Ces forêts, où le Sapin et le Hêtre sont mélangés, sont à peine atteintes par la maladie et ce n'est guère que de temps en temps qu'on peut rencontrer un Sapin montrant une branche atteinte et tuée à son extrémité. La maladie ne commence à prendre de développement qu'à une altitude plus haute, vers 800^{m}. Quand le Sapin devient presque

pur, et c'est le cas de la forêt de la Savine, environ 50 pour 100 des arbres sont atteints. Cependant les dégâts n'ont pas une grande importance, nous allons voir dans un instant que la guérison s'effectue spontanément. Les arbres ont, en général, vers la base ou dans leurs parties moyennes, quelques rameaux secs et fauves sur une longueur plus ou moins grande, mais jamais on ne voit un arbre mort ni même dépérissant par le fait de la maladie.

Si l'on s'élève, le Sapin disparaît peu à peu pour faire place à l'Épicéa; dans les peuplements mélangés de Sapins et d'Épicéas, les Sapins sont tous ou presque tous atteints et généralement l'attaque est beaucoup plus forte que dans les sapinières pures; malgré cela les arbres sont loin d'être tués par la maladie et le plus souvent le dégât se réduit à la perte de quelques extrémités de branches; jamais la tête de l'arbre n'est desséchée. Ces faits sont très visibles dans le massif du Rizoux; les Sapins forment environ $\frac{1}{10}$ du peuplement (le reste est en Épicéas) et occupent surtout les parties les plus basses de la forêt; dans cette région ils sont tous atteints. Les Sapins même isolés au milieu d'un massif d'Épicéas sont attaqués.

Cette maladie des rameaux du Sapin a été déjà observée, d'abord en Allemagne par Robert Hartig qui l'a très bien étudiée et a reconnu qu'elle est produite par un Champignon parasite qu'il a nommé *Phoma abietina;* puis, peu après, elle a été signalée en France dans la forêt domaniale de Gérardmer dans les Vosges où elle a été bien décrite par M. Mer, qui cependant ne s'est pas prononcé sur sa cause. L'identité de la maladie des Sapins des Vosges avec celle qu'a décrite Hartig a été établie par MM. Prillieux et Delacroix et le Champignon qui la produit a été désigné par eux sous le nom de *Fusicoccum abietinum,* plus exact que celui de *Phoma abietina* de Hartig.

La maladie des Sapins dans le Jura est sûrement due à ce Champignon. Ses caractères sont bien ceux qui ont été décrits par Hartig, puis par MM. Mer, Prillieux et Delacroix. Si cela n'a pas encore été reconnu, cela provient de ce que les échantillons envoyés soit au Muséum, soit à la Station de Pathologie végétale, ne représentaient que la partie supérieure d'une branche atteinte où les feuilles déjà mortes étaient envahies par de nombreux Saprophytes, tandis que la portion où existait le parasite, le *Fusicoccum abietinum*, et où on le trouve fructifié, manquait toujours.

Si l'on a soin de récolter un échantillon complet, on voit tout de suite que le siège de la maladie est à la base de la partie morte; en cet endroit l'écorce est tuée, brunâtre et toute couverte des pycnides qui constituent les fructifications du *Fusicoccum*. Cette portion de la branche est nettement différenciée : son calibre est sensiblement plus réduit qu'en deçà et au delà et même avant que les pycnides n'y aient apparu elle est ainsi facilement reconnaissable. Elle établit une barrière entre la partie de la branche située au-dessous où les aiguilles restent toujours vertes et la portion située au-dessus où ces

aiguilles sont d'un rouge fauve. De plus, la dessiccation s'arrête toujours à cet étranglement de l'écorce qui n'occupe que quelques centimètres; jamais le mal ne descend au-dessous de cette partie tuée dans laquelle le Champignon parasite est nettement localisé. La portion morte de la branche perd bientôt toute solidité; l'action du vent suffit souvent pour la briser et l'on a assez de peine à retrouver les lésions de l'année précédente. C'est ainsi que la guérison s'opère.

Cette maladie est donc bien connue; elle n'a pas la gravité qu'on lui a attribuée, elle ne menace pas l'existence des Sapins dans le Jura. On a supposé que l'influence de deux étés particulièrement secs a diminué la résistance des Sapins et facilité l'extension de la maladie. Le fait n'est pas absolument prouvé; en tout cas, dans d'autres régions, dans les Vosges, par exemple, il y a eu des atteintes du mal qui paraissent avoir été aussi graves et qui ont disparu en peu d'années.

Le traitement rationnel exigerait la suppression des rameaux morts des Sapins malades et leur incinération; on éviterait ainsi la fructification du Champignon et la dissémination de ses spores. Mais un tel traitement serait trop onéreux; les sacrifices qu'il exigerait ne sont pas justifiés par les dégâts produits.

Le mélange de Sapins et feuillus, Hêtres surtout, assure, nous l'avons vu, la protection presque absolue des Sapins. Il est donc indispensable de favoriser la multiplication des Hêtres dans les massifs de Sapins jusqu'à l'altitude où le Hêtre ne réussit plus. Au-dessus de 800^{m}, comme l'Épicéa végète bien, on doit chercher à le faire prédominer et enlever les Sapins par l'opération du jardinage. A une altitude plus basse, il semble désavantageux de chercher à faire dominer l'Épicéa. Le mélange des résineux et des feuillus est, à tout point de vue, avantageux; il constitue un excellent et peu coûteux moyen de lutte contre les maladies, qu'elles soient causées par des Champignons ou des Insectes. C'est l'opinion de tous les forestiers compétents; c'est celle de M. le conservateur Bazailles, que nous remercions du concours qu'il a bien voulu nous prêter sur place en la circonstance.

Parmi les Champignons qui ont été observés sur les aiguilles des rameaux tués et qui paraissent être des Saprophytes, un seul, le *Cystospora Pinastri*, joue peut-être un certain rôle dans la maladie actuelle, mais son action n'est que secondaire et sans grande influence sur la marche du mal. Il en est de même pour les Insectes xylophages (Bostriches, etc.) que l'on rencontre parfois dans les rameaux tués, surtout quand ils ne sont pas jeunes.

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation des oxydes de lithium.* Note de M. DE FORCRAND.

I. *Protoxyde anhydre* Li^2O. — Les nombres donnés pour la chaleur de formation de cet oxyde dans les divers Ouvrages varient de $141^{Cal},2$ à $147^{Cal},6$.

Les bases du calcul sont la chaleur de dissolution de l'oxyde et celle du métal.

Pour l'oxyde, on s'est longtemps contenté de la chaleur de dissolution donnée par M. Békétoff (1), qui avait dissous un oxyde préparé par l'action du charbon sur le carbonate, corrigé le résultat (sans indiquer le détail de cette correction) pour tenir compte du carbonate non décomposé et obtenu finalement $+ 26^{Cal}$, à une température et pour un état de dilution que nous ignorons.

Pour le métal, on a longtemps admis la donnée de M. Thomsen (2) :

$$Li^2 + Aq \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 98^{Cal},168$$

déterminée à $+ 18°$ et pour une dilution de 40^l.

Il en résultait :

$$Li^2 + O = Li^2O + 98,168 + 69 - 26 = Li^2O \ldots\ldots \quad +141^{Cal},168$$

Mais en 1896 (3) M. Guntz, qui venait de préparer le lithium pur, a été conduit à modifier notablement le nombre de M. Thomsen. D'après les détails qu'il a bien voulu me fournir, la valeur moyenne de trois expériences très concordantes serait

$$Li^2 + Aq \ldots + 106^{Cal},26 \ (4)$$

(1) *Bull. Ac. imp. Sc. Saint-Pétersbourg*, t. XII, 1887, p. 748.

(2) *Thermoch. Untersuch.*, t. III, 1883, p. 225.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 694, 1896.

(4) Dans mon Mémoire des *Ann. de Chim. et de Phys.* (8e série, t. IX, 1906), j'ai donné pour $Li^2 + Aq \ldots + 104,6$ et par suite pour $Li^2 + O \ldots + 147,6$. La même erreur avait été faite par M. Lebeau dans son article *Lithium* du Traité de Moissan. Son origine est une indication inexacte que l'on trouve dans les *Additions* de la *Thermochimie* de Berthelot. Il y est dit que M. Guntz vient de déterminer à nouveau la chaleur de dissolution du lithium et a trouvé pour $Li + 52,3$. En réalité c'est le nombre $+ 53,2$ que M. Guntz a donné dans sa Note aux *Comptes rendus* de 1896 et,

pour une dilution finale de Li^2 dans 28^l, et à une température de $+18^\circ$. A $+15^\circ$ et pour une dilution normale de 4^l, ce nombre, d'après mes expériences, deviendrait $+105^{Cal},521$.

Dès lors, en combinant cette donnée avec celle de M. Békétoff ($+26^{Cal}$), on obtenait

$$Li^2 + O = Li^2O + 148^{Cal},521$$

ou

$$Li^2 + O = Li^2O + 149^{Cal},26,$$

suivant que l'on suppose le nombre $+26$ obtenu à $+15^\circ$ et pour 4^l, ou bien à $+18^\circ$ et pour 28^l.

D'autre part, j'ai montré (¹) que l'oxyde Li^2O pouvait se préparer pur par l'action de la chaleur sur l'hydrate ou sur le carbonate [fait déjà signalé en 1887 par W. Dittmar dans un Mémoire peu connu en France (²)], et que cet oxyde pur avait pour chaleur de dissolution $+31^{Cal},200$ (à $+15^\circ$ et pour 4^l), nombre très supérieur à celui de M. Békétoff ($+26^\circ$).

Dès lors, on obtient

$$Li^2 + O = Li^2O + 105,52 + 69 - 31,20$$

soit

$$+143^{Cal},32,$$

pour la chaleur de formation de l'oxyde Li^2O préparé comme je l'ai indiqué, à 780°.

II. *Lithine* LiOH. — J'ai obtenu la lithine LiOH pure par un procédé sur lequel je reviendrai (déshydratation de l'hydrate secondaire cristallisé $LiOH + H^2O$ dans l'hydrogène sec à 140°).

Sa chaleur de dissolution dans l'eau est de $+8^{Cal},93$ pour Li^2, toujours à $+15^\circ$ et pour une dilution de Li^2 dans 4^l.

La chaleur dégagée par la fixation de H^2O liquide sur Li^2O solide pour donner 2LiOH est donnée par la différence

$$+31^{Cal},20 - 8^{Cal},93 = +22^{Cal},27$$

---

d'après le détail de ses expériences, c'est exactement $+53^{Cal},13$ pour Li, et par suite $+106^{Cal},26$ pour Li^2.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1321 et 1402.

(²) Il n'est fait mention de ce travail dans aucun de nos Ouvrages classiques; le Traité de Dammer, celui de Moissan, les *Berichte* de Berlin ne le citent pas. Il a été publié dans le *Chem. Soc. Ind. J*, t. VII, p. 730 et analysé dans les *Jahresberichte* de 1888, p. 549.

pour H^2O liq., soit $+ 20^{Cal},84$ pour H^2O solide, et $+ 31^{Cal},93$ pour H^2O gaz. Il en résulte pour la température de dissociation :

$$\frac{31930}{30} = 1064^o,4 \text{ abs., soit : } + 791^o,4 \text{ C.}$$

Aussi la lithine LiOH chauffée à 780°, dans un courant de gaz inerte sec, se transforme-t-elle rapidement en Li^2O.

Ce nombre $+ 22^{Cal},27$ est bien supérieur à la valeur $+ 17,04$ que j'ai donnée il y a un an dans mon Mémoire des *Annales*. La plus grande partie de la différence 5,23 est due à l'écart qui existe entre la véritable chaleur de dissolution de Li^2O et le nombre qu'avait donné M. Békétoff.

On remarquera encore que cette nouvelle valeur $+ 22^{Cal},27$ de l'hydratation de Li^2O paraît écarter le lithium du strontium et du baryum, lesquels donneraient respectivement $+ 17,1$ et $+ 17,8$. Mais ces deux derniers nombres, extraits de la *Thermochimie* de Berthelot, sont certainement inexacts; ils ne concordent pas du tout avec ceux de M. Thomsen, qui sont : $+ 19,24$ et $+ 24,22$, et mes expériences, encore incomplètes, montrent que les données du savant danois sont plus voisines de la réalité sur ce point particulier.

Il résulte encore de cette correction que la chaleur de formation de la lithine à partir des éléments devient

$$Li + O + H = LiOH + 117^{Cal},30$$

au lieu de $+ 112^{Cal},30$ (*Thermochimie* de Berthelot).

Quant aux sels de lithine, les corrections relatives aux chaleurs de dissolution de Li^2O et de LiOH n'ont aucune influence sur le calcul de leur chaleur de formation à partir des éléments; on doit seulement tenir compte de la correction, due à M. Guntz, de la chaleur de dissolution du métal ($+ 105,52$ pour Li^2, au lieu de $+ 98,17$), et, par suite, augmenter de $+ 3^{Cal},67$ par atome de lithium tous les nombres inscrits dans les tables. Mais, dans le cas où l'on fait le calcul à partir de Li^2O et de l'acide anhydre : SO^3, CO^2, etc., la correction de la chaleur de dissolution de Li^2O intervient et intervient seule. Elle a pour effet d'augmenter de $+ 5^{Cal},2$ pour Li^2 tous les nombres connus.

III. *Bioxyde* Li^2O^2.

Lorsque j'ai obtenu ce composé, en 1900 [1], j'avais trouvé pour sa cha-

[1] *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1465.

leur de dissolution, à + 20°, le nombre $+ 7^{Cal},19$, et j'en avais déduit

$$Li^2O + O = Li^2O^2 \ldots\ldots\ldots\ldots + 3^{Cal},64,$$
$$Li^2 + O^2 = Li^2O^2 + 149 + 3,64 = + 152^{Cal},64.$$

Pour être rigoureux il eût fallu retrancher de $+ 7^{Cal},19$ cinq fois 0,098 pour avoir la chaleur de dissolution à + 15°, ce qui eût donné : $+ 4^{Cal},13$ et $+ 153^{Cal},13$ au lieu des nombres précédents.

Mais, malgré cette correction, la valeur $+ 4^{Cal},13$ m'avait toujours paru trop faible. En effet, si la suroxydation due à 16^g d'oxygène correspond à $+ 4^{Cal},13$, soit $+ 8^{Cal},26$ pour $32^g = O^2$, on a, pour la température de dissociation d'un pareil composé :

$$\frac{8260}{30} = 275°,3 \text{ abs., soit : } + 2°,3\,C.$$

Il est vrai que je l'avais obtenu à froid, mais je l'avais maintenu longtemps dans le vide, et je l'avais même porté à 180° pendant plusieurs heures sans lui faire perdre une dose notable d'oxygène.

Une telle stabilité ne s'accorde pas avec le résultat précédent.

D'autre part on a signalé à plusieurs reprises que l'oxyde Li^2O peut se suroxyder à chaud, toujours très incomplètement et superficiellement, il est vrai.

Or il est facile de vérifier que dans mon calcul donnant $+ 4^{Cal},13$ je faisais intervenir le nombre $+ 26^{Cal}$, de M. Békétoff, pour la dissolution de Li^2O. En lui substituant la valeur $+ 31^{Cal},2$, on trouve

$$Li^2O + O = Li^2O^2 + 9^{Cal},33$$
$$Li^2 + O^2 = Li^2O^2 + 152^{Cal},65$$

Le dernier nombre ne change pas, mais le premier devient plus élevé; il correspond à $+ 18^{Cal},66$ pour O^2, et à une température de dissociation de

$$\frac{18660}{30} = 622° \text{ abs., soit } + 349°\ C.$$

On s'explique ainsi pourquoi Li^2O^2 est stable à froid, stable même à 180°, et pourquoi il peut s'en former des traces par l'action directe de l'air sur Li^2O et par suite sur LiOH (qui se déshydrate), non pas au rouge, mais pendant le refroidissement, au-dessous de 350°, alors que la masse est solidifiée; et c'est pour cette raison que la suroxydation est superficielle.

Je montrerai que cette valeur, ainsi corrigée, rapproche encore le lithium du strontium et du baryum.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à désigner deux de ses Membres qui devront faire partie, cette année, du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

MM. **Maurice Levy** et **Bouquet de la Grye** réunissent l'unanimité des suffrages.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Trois feuilles de la Carte de France au* $\frac{1}{50000}$ en couleurs; *Deux feuilles de la Carte de Tunisie au* $\frac{1}{100000}$; *Deux feuilles de la Carte d'Algérie au* $\frac{1}{200000}$. (Hommage du Service géographique de l'Armée.)

2° *Récréations mathématiques et problèmes des temps anciens et modernes*, par W. Rouse Ball, traduit par J. Fitz-Patrick.

3° *Une Carte de l'industrie minière et métallurgique du département de Meurthe-et-Moselle*, par M. C. Cavallier.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1907 e (Mellish) faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé.* Note de M. **P. Chofardet**, communiquée par M. Bigourdan.

Dates. 1907.	Étoile.	Temps moyen de Besançon.	ΔAR.	ΔDP.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Octobre 17..........	*a*	16.19.47	— 1.43,97	+ 6. 4,7	9:6
» 17..........	*a*	17. 4.58	— 1.50,16	+ 5.28,0	6:3

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1907,0.

Étoile.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a............	3218 Munich₁	8.21.59,63	+1,09	97.47. 9,4	— 2,7

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1907.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Octobre 17........	8.20.16,75	$\bar{1},362_n$	97.53.11,4	$0,851_n$
» 17........	8.20.10,56	$\bar{1},203_n$	97.52.34,7	$0,855_n$

Remarques. — La comète, de 9e grandeur, a l'aspect d'une condensation diffuse, de forme circulaire, sans noyau bien distinct. Son diamètre total est de 2′ environ.

La deuxième série est peu certaine, parce que la comète disparaît rapidement avec la croissance du jour.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète e 1907 faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* 0m,318. Note de MM. **Sy** et **Villatte**, présentée par M. Bigourdan.

Dates. 1907.	Temps moyen d'Alger.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	Étoiles.	Observ.
	h m s	m s	′ ″			
Octobre 18....	16.19. 4	+0.12,43	+ 4. 0,2	12:12	*a*	V
» 18....	16.32.54	+0.10,81	+ 4.15,3	12:12	*a*	S
» 20....	15.41.33	+0.44,22	− 3.25,5	14:12	*b*	S
» 20....	15.55.34	+0.41,78	− 3. 1,7	15:12	*b*	V

Positions des étoiles de comparaison pour 1907,0.

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a........	8.16.43,28	+1,15	−7.28.36,0	+2,7	AG. Wien, n° 3191
b........	8. 9. 0,34	+1,25	−6.18.50,7	+2,4	AG. Wien, n° 3120

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1907.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Octobre 18.............	8.16.56,86	$\bar{1},412_n$	− 7.24.33,1	0,775
» 18.............	8.16.55,24	$\bar{1},369_n$	− 7.24.18,0	0,777
» 20.............	8. 9.45,81	$\bar{1},470_n$	− 6.22.13,8	0,765
» 20.............	8. 9.43,37	$\bar{1},435_n$	− 6.21.50,0	0,767

La comète a l'aspect d'une nébulosité ronde dans laquelle on distingue une faible condensation dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de grandeur 9,5.

Le 20, l'éclat de la Lune rend les observations très difficiles.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points critiques transcendants et sur les fonctions inverses des fonctions entières.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. Appell.

M. Arnaud Denjoy a énoncé récemment (*Comptes rendus*, 8 juillet 1907) des théorèmes fort remarquables qui ont trait aux valeurs limites vers lesquelles peut tendre une fonction entière $Y(z)$ lorsque z s'éloigne vers l'infini suivant un chemin arbitraire. Supposant en particulier $Y(z)$ de genre fini, M. Denjoy a déterminé le nombre maximum de ces valeurs limites [qui sont des points singuliers transcendants de la fonction $z(Y)$]. L'intérêt que les travaux de M. Denjoy [et ceux de M. Hurwitz (voir *Comptes rendus*, 3 décembre 1906)] ne manqueront pas d'attacher à l'étude de la fonction $z(Y)$ m'engage à faire connaître, dès maintenant, un résultat que m'ont suggéré des recherches entreprises *a priori* sur la classification des points critiques transcendants.

Portant mon attention sur le mécanisme des permutations qui s'opèrent au voisinage d'un point transcendant, j'ai été amené à appeler *points de première espèce* les points ainsi définis ([1]) : soit γ un cercle arbitrairement petit entourant le point critique transcendant (isolé) Y_1 d'une fonction z. Imaginons un système de coupures joignant respectivement au contour de γ les points critiques situés dans γ, puis appelons z_{j-1}, z_j, ... l'ensemble des déterminations qui se permutent à l'intérieur de γ. Cela fait, supposons que l'on puisse ranger l'ensemble des déterminations z_j en une série unilinéaire où chaque détermination ne figure qu'une fois ou un nombre fini de fois; supposons d'autre part que l'on puisse disposer les coupures définies ci-dessus de manière que deux déterminations quelconques ne puissent être échangées que par une seule permutation élémentaire (c'est-à-dire par un lacet franchissant une seule coupure et la franchissant une seule fois); le point Y_1 est alors de *première espèce*. Dans ces conditions, l'ensemble des z_j est uniforme (au voisinage de Y_1) sur une surface de Riemann dont chaque

([1]) J'ai développé et cherché à justifier cette définition dans un cours qui sera prochainement publié (*Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre*).

feuillet, $\mathfrak{F}_j$, est relié au précédent suivant une ligne de croisement passant par un point critique unique. Dans le cas où le feuillet $\mathfrak{F}_j$ contiendrait des points critiques permettant de déduire de z_j un nombre *fini* de déterminations nouvelles, je dirais encore que Y_1 est de *première espèce*.

Cela posé, on peut démontrer ceci : *tout point transcendant de l'inverse* $z(Y)$ *d'une fonction entière ou méromorphe* $Y(z)$ *est un point de première espèce.*

Introduisons maintenant dans $Y(z)$ des paramètres variables, paramètres dont les coefficients de Y seront des fonctions holomorphes. En faisant varier ces paramètres, nous pouvons déplacer avec continuité les points critiques transcendants de z; en particulier nous pouvons amener plusieurs de ces points à coïncider et leur appliquer ensuite le théorème précédent. D'où l'idée d'élargir ce théorème afin d'en tirer une propriété caractérisant l'ensemble *total* des déterminations de $z(Y)$ [et non plus seulement l'ensemble des déterminations qui se permutent *au voisinage d'un point transcendant isolé*]. On obtient ainsi, dans le cas des fonctions entières, l'énoncé suivant :

Quelle que soit la fonction entière $Y(z)$, **on saura décomposer le plan des** z **en une série de régions contiguës,** $\mathfrak{R}$, **— séparées par des lignes continues qui vont de l'infini à l'infini et ne se coupent ni elles-mêmes ni entre elles, — en sorte que, dans l'une quelconque de ces régions,** Y **ne prenne qu'un nombre limité de fois** (nombre inférieur à un nombre donné) **une valeur donnée quelconque. A l'exception de certaines régions exceptionnelles (régions-raccords), chaque région** $\mathfrak{R}$ **sera limitée par deux lignes frontières seulement.** (Les régions $\mathfrak{R}$ jouent le même rôle que jouaient, dans la définition des points de première espèce, les feuillets de la surface de Riemann.)

Pour étudier en détail la forme et la délimitation des régions $\mathfrak{R}$, on devrait distinguer de nombreux cas. Contentons-nous d'en signaler un, à titre d'exemple : celui où la fonction $z(Y)$ ne présente, en fait de points critiques transcendants, que des points directement critiques isolés (points logarithmiques, dit M. Denjoy, qui vise précisément ces points dans son théorème). Appelant Y_1 l'un de ces points, considérons, dans le plan des z, un chemin continu d s'éloignant indéfiniment et sur lequel Y tende vers Y_1 : il existera sûrement une infinité d'autres chemins d, contigus au premier, et jouissant de la même propriété; l'ensemble de ces chemins constitue une sorte de bande ou langue continue, $\mathfrak{L}_1$, qui s'éloigne vers l'infini et sur laquelle Y tend vers Y_1. Supposons figurées l'ensemble des langues $\mathfrak{L}$ que l'on peut ainsi obtenir dans le plan des z; sur certaines langues, Y tendra vers l'infini; sur d'autres, Y pourra tendre vers d'autres valeurs; de plus, deux langues contiguës quelconques, $\mathfrak{L}_i$, $\mathfrak{L}_{i+1}$, seront toujours séparées par une bande $\mathfrak{L}'_i$ (qui est d'ailleurs infiniment mince par rapport à elles) sur laquelle Y restera indéterminée (on pourrait appeler $\mathfrak{L}'_i$ une *languette d'indétermination*). Cela posé, si l'on désigne par $\mathfrak{L}_i$, $\mathfrak{L}_{i+1}$ deux langues contiguës quelconques,

il existera toujours *une infinité de régions* $\mathcal{R}$ *entièrement situées dans* $\mathcal{L}_i$, $\mathcal{L}_{i+1}$ *et* $\mathcal{L}'_i$. Ces régions seront, si l'on peut dire, à cheval sur les langues $\mathcal{L}_i$, $\mathcal{L}_{i+1}$; *chacune sera limitée par deux lignes frontières seulement.* — Lorsque l'on aura construit les régions $\mathcal{R}$ ainsi fournies par tous les couples de langues contiguës, on aura obtenu l'ensemble total des régions $\mathcal{R}$, moins, toutefois, certaines régions exceptionnelles (régions-raccords) qui auront plus de deux lignes frontières.

PHYSIQUE. — *Contribution à la synthèse des pierres précieuses de la famille des aluminides.* Note de M. **F. Bordas**, transmise par M. d'Arsonval.

On sait que les corindons se présentent dans la nature sous la forme de pierres diversement colorées, depuis le saphir incolore et limpide jusqu'au corindon brun et opaque.

On trouve entre ces deux extrêmes toute une série de saphirs teintés en jaune, vert, bleu, rouge, avec une gamme très variée de tons intermédiaires.

On admet que ces saphirs doivent leur couleur propre à la présence de traces de sels de fer, de manganèse, de chrome, de titane, etc.

Les expériences que nous poursuivons depuis un certain temps nous permettent de croire que la coloration spéciale de chacune de ces pierres précieuses n'est pas due à un oxyde métallique spécial.

On peut, en effet, faire varier la couleur de ces pierres, la faire passer successivement du rouge initial au violet, puis au bleu et au vert, et enfin du vert au jaune.

L'expérience consiste à soumettre, par exemple, un saphir bleuté à l'action d'un bromure de radium d'une radioactivité de 1800000; dans ces conditions, on constate que la couleur de la pierre se modifie, qu'elle passe au vert, puis au jaune clair, et enfin au jaune foncé. Si l'on fait subir le même traitement à un saphir rouge, ce dernier passe successivement par les teintes violettes, bleues, vertes et jaunes.

En graduant l'activité du bromure de radium ou en éloignant la pierre du sel radioactif, on augmente ou l'on diminue l'intensité de la réaction. Les pierres ainsi traitées ne sont pas radioactives; elles ne s'illuminent pas dans l'obscurité sous l'influence du bromure de radium pur; enfin, elles ne perdent pas leur coloration par la chaleur.

Étant donnée la marche du phénomène dans le sens que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire la transformation successive des couleurs du rouge au jaune, il semble que la teinte de la topaze soit le dernier terme de cette transformation.

Faut-il admettre alors que ces pierres précieuses se trouvent dans des régions où le sol environnant possède une certaine radioactivité? L'hypothèse semble vraisemblahle attendu que les saphirs jaunes sont les plus communs et que d'autre part on rencontre fréquemment des saphirs colorés en même temps en bleu et en jaune, ce qui semblerait indiquer que ces pierres subissent une modification très lente analogue à celle que nous venons de décrire.

Cette action du bromure de radium à haute activité sur les oxydes métalliques est intéressante à signaler, car peut-être sera-t-il possible d'utiliser cette action pour déceler des traces infinitésimales de ce corps.

PHYSIQUE. — *Nouveau quantitomètre pour rayons X.* Note de **H. Guilleminot**, présentée par M. Bouchard.

On sait que, étant donné un champ d'irradiation X de qualité déterminée, les effets physicochimiques de ces rayons sont fonction de l'intensité du champ au point considéré et de la durée d'application.

Les procédés employés pour apprécier cette quantité de rayonnement agissante, fonction de l'intensité de l'irradiation et de sa durée, sont divers [action sur certains sels en solutions (Holtzknecht) ou en préparation photographique (Kienböch), action de virage sur le platinocyanure (effet Villard), etc.]. L'intensité des réactions produites donne une idée de la quantité de rayonnement agissante par comparaison avec des teintes étalons, mais ces procédés de mesure ne donnent qu'une appréciation grossière surtout pour les petites doses.

Un autre moyen de mesurer la quantité de rayonnement consiste à apprécier l'intensité de ce rayonnement et à mesurer ensuite la durée de l'application. Le moyen le plus simple et le plus précis pour évaluer cette intensité est de comparer la luminescence d'une plage de platinocyanure éclairée par le tube à rayons X avec une plage voisine éclairée par une source constante, soit de lumière (procédé Meslin), soit de radium (procédé employé par Courtade et par moi-même) [1].

J'ai indiqué au dernier Congrès de l'A. F. A. S. que j'avais adopté comme unité d'intensité du champ d'irradiation le quadruple de l'intensité produi-

---

[1] H. Guilleminot, *Congrès de Physiothérapie,* Liége, 1905, et *Congrès de l'A. F. A. S.,* Reims, 1907.

sant la même luminescence qu'un étalon de $0^g,02$ de bromure de radium d'activité 500 000 étalé sur une surface circulaire de 1^{cm} de diamètre (échantillon Armet-Delisle) et placé à 2^{cm} de la surface fluorescente.

Dès lors l'unité de quantité de rayonnement sera la quantité agissant pendant 1 minute lorsque le champ a l'unité d'intensité. C'est cette unité que j'ai appelée l'unité M. Elle vaut, toutes choses égales d'ailleurs, environ $\frac{1}{125}$ de l'unité H de Holtzknecht. Cette unité est assez petite pour convenir à la radiographie aussi bien qu'à la radiothérapie. Un M de rayons n° 5 suffit pour radiographier une main, 4M, pour radiographier une épaule, etc.

Je présente aujourd'hui un nouveau quantitomètre qui est simplement un totaliseur d'M. Voici sa description sommaire :

Sur une source de courant à voltage constant je place en série deux appareils de résistance : le *premier* est un rhéostat à 95 plots portant les numéros 30, 32, 34, etc., jusqu'à 220. Ces chiffres indiquent en centimètres la distance à laquelle il faut se placer du tube pour avoir l'équivalence de luminosité entre les deux plages. Chaque plot est séparé du plot voisin par une résistance variable $2^{\omega},03$, $2^{\omega},08$, $2^{\omega},14$, ..., $716^{\omega},4$, de telle sorte que le courant débité à travers ce rhéostat soit directement proportionnel aux carrés des distances marquées sur les plots, lorsque le voltage est 110 volts et que la *résistance réduite constante* du deuxième appareil est égale à 110^{ω}.

Au sortir de ce rhéostat, le courant traverse un électrodynamomètre qui indique le pouvoir émissif de l'ampoule calculé en M par minute à $0^m,10$ du centre de l'anticathode.

Le *deuxième appareil de résistance* est composé de deux rhéostats de 21 plots chacun groupés en quantité de telle sorte que leur résistance réduite soit à tout moment, quelle que soit la position du curseur commun, égale à 110^{ω} (déduction faite comme il convient de la résistance des appareils de mesure, ajoutés sur l'une ou sur les deux branches). De cette façon, si le rhéostat d'équivalence décrit ci-dessus est au maximum (c'est-à-dire $R=0$), le courant débité est de 1 ampère, quelle que soit, je le répète, la position du curseur commun.

Voici maintenant comment se distribue le courant dans ce deuxième appareil de résistance dont les plots portent respectivement les numéros 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 35, 40, 45, 50, 60 distances opératoires en centimètres les plus communément employées. Dans l'une des branches portant un électrodynamomètre et un compteur, le courant qui passe est inversement proportionnel aux carrés des distances opératoires. Le reste du courant débité passe par l'autre branche.

L'électrodynamomètre indique en M par minute l'intensité du champ à la distance opératoire.

Le compteur totalise le nombre d'M débités en fonction du temps et de l'intensité du courant qui le traverse.

Ce quantitomètre basé sur la mesure de la fluorescence produite sur le

platinocyanure de baryum utilise donc une propriété spéciale du rayonnement.

Un quantitomètre basé sur la modification de résistance du sélénium ou sur le virage des sels utilise d'autres propriétés. Si les mesures tirées de ces procédés différents sont pratiquement assez concordantes, autant que j'ai pu m'en rendre compte entre les numéros 3 à 9 du radiochromomètre de Benoist, elles ne donnent pas théoriquement, c'est entendu, des indications rigoureusement parallèles. D'autre part, il ne faudrait pas conclure des effets produits par 500 M de rayons n° 3 par exemple, aux effets que produiront 500 M de rayons n° 9 et *a fortiori* 500 M de rayonnement du radium. J'ai déjà communiqué quelques résultats de mes expériences à ce sujet en physiologie végétale, je donnerai prochainement de nouveaux résultats où l'on verra que 5000 M-radium ont sur certaines graines une action comparable à celle de 20000 M-rayons X, n°s 5 à 6.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques iodomercurates*. Note de M. **A. Duboin**, présentée par M. Troost.

J'ai appliqué au fer la méthode qui, avec les métaux des groupes précédents, m'a donné des iodomercurates bien cristallisés.

Je dissous dans de l'eau, alternativement et jusqu'à refus, de l'iodure de fer et du biiodure de mercure et, pour rendre la liqueur claire, je l'abandonne quelque temps en présence de fer. La liqueur, saturée à 21°,9 et de densité 2,87, a la composition suivante :

Fe	4,91	4,88
Hg	22,83	22,88
I	51,54	51,66

qui peut se traduire par la formule

$$FeI^{2,04}, \quad 1,31\,HgI^2, \quad 13,11\,H^2O.$$

Évaporée lentement dans le vide sec, elle abandonne de très beaux cristaux. Les premiers sont des octaèdres parfaitement nets, tandis que ceux qui se déposent ultérieurement sont allongés, mais leur composition est la même; leur couleur est jaune orangé foncé, et ils ressemblent absolument au sel correspondant de cobalt; leur densité à 0° est 4,04.

L'analyse leur assigne la formule $FeI^2, 2HgI^2, 6H^2O$:

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
Fe..................	4,26	4,35	4,223
Hg..................	29,92	29,89	30,165
I....................	57,60	57,31	57,466
H^2O...............	»	»	8,144

Au contact des dissolvants il se comporte à peu près comme les iodures de la série magnésienne que j'ai étudiés précédemment.

Iodure de cobalt et de mercure. — J'ai préparé ce sel, déjà trouvé par Dobrosserdow (¹) et qui ressemble à s'y méprendre au sel de fer que j'ai obtenu, pour en déterminer la densité à 0° que j'ai trouvée égale à 4,17.

Oxyiodure d'aluminium et de mercure. — En opérant avec l'iodure d'aluminium exactement comme avec l'iodure de fer, on obtient, grâce à la présence d'un petit excès d'aluminium, une liqueur jaune très claire; abandonnée à l'évaporation dans l'air sec, elle ne laisse déposer des cristaux qu'au bout de plusieurs mois, après avoir pris une teinte très foncée par suite de l'action de l'oxygène. La liqueur, de densité 3,05, à la température de 20°1, a la composition suivante :

Mercure........................	24,00	24,07
Aluminium......................	2,35	2,48
Iode............................	54,46	54,65
Eau.............................	19,19	18,80

Les cristaux, de densité 3,97 à 0°, ont pour composition :

	Trouvé.			Calculé.
Mercure.........	30,04	30,40	»	30,03
Alumiuium......	1,92	1,95	2,00	2,02
Iode............	56,94	57,06	57,20	57,20

Ces résultats montrent que le produit contient de l'oxygène; la formule la plus simple qui rende compte de cette composition est

$$HgO + 2AlI^3, 3HgI^2, 15H^2O.$$

Oxyiodure d'aluminium et d'argent. — J'ai constaté que la solution concentrée d'iodure d'aluminium dissout des quantités considérables d'iodure d'argent. En opérant comme avec l'iodure de mercure, j'ai obtenu une liqueur qui, préparée à la tem-

(¹) DOBROSSERDOW, *J. Soc. ch. russe*, t. XXXIII, 1901, p. 303.

pérature de 19°,8, a pour densité 2,34 et donne à l'analyse les résultats suivants :

Aluminium	3,18	3,23
Argent	12,92	»
Iode	53,35	53,43

Abandonnée à l'évaporation, elle laisse déposer des cristaux jaunes, qui s'altèrent avec une rapidité extrême.

Leur analyse montre qu'on est en présence d'un oxyiodure de formule

$$2AlI^3, 5AgI, 2AgO, 13H^2O$$

	Trouvé.		Calculé.
Aluminium	2,13	2,20	2,183
Argent	30,50	30,62	30,570
Iode	56,32	56,38	56,490

La grande altérabilité de ces cristaux en présence de l'air humide ne m'a pas permis d'en faire l'étude cristallographique.

CHIMIE. — *Méthode nouvelle déterminant les poids atomiques de précision simultanement pour tous les éléments présents dans une seule réaction chimique.* Note de M. **G.-D. Hinrichs** (1), présentée par M. G. Lemoine. (Extrait.)

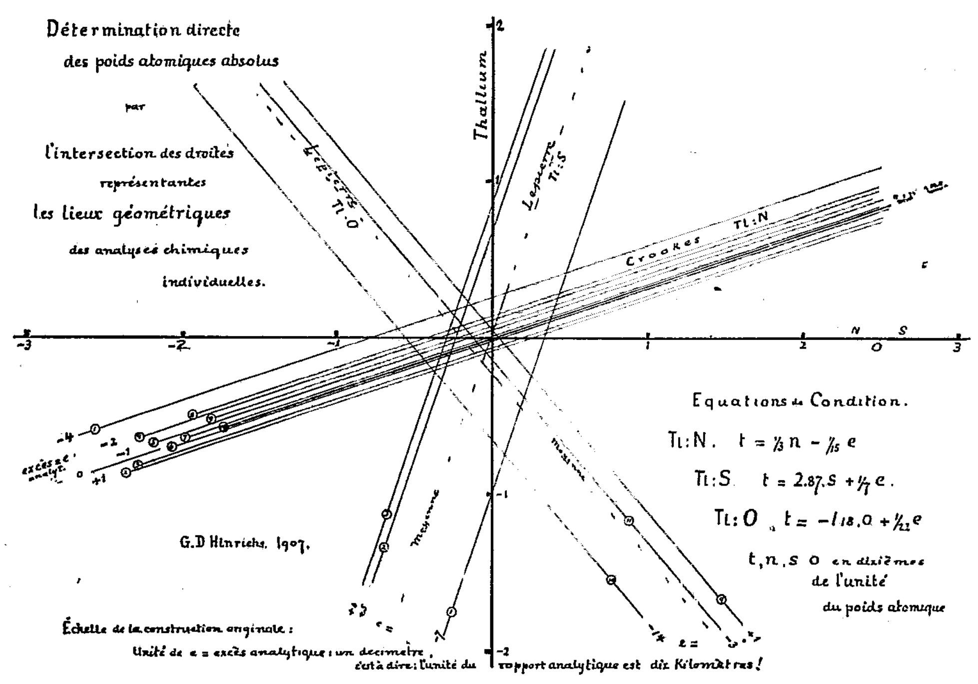
.... I. Soient $x, y, z, \ldots$ les *écarts* des valeurs expérimentales et X, Y, Z, ... les *poids atomiques absolus* [ou en nombres ronds], donnant pour les *poids atomiques de précision* $X + x$, $Y + y$, $Z + z$, ... (*Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 695), et soient enfin ΔX, ΔY, ΔZ, ... les *changements* produits dans le *rapport atomique* R par l'accroissement de $0,1$ = cent millièmes du poids atomique spécialement considéré (c'est-à-dire des différences partielles de R d'après X, Y, Z, ...); alors l'*excès analytique* e complétera l'*équation de condition* (2),

$$x\Delta X + y\Delta Y + z\Delta Z + \ldots = 10e,$$

(1) Ce travail est arrivé le 9 septembre 1907, après un premier envoi du 29 juillet : la fin (V et VI) résulte de Communications adressées en octobre 1907.

(2) Dans le cas de l'argent, par exemple (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 58), on transforme un poids connu de ce métal en chlorure. Si les poids atomiques de précision

Cette équation « diophantique » [indéterminée] a une infinité de solutions numériques... Mais elle a une *signification géométrique* bien connue : c'est l'équation d'une droite pour deux variables ou éléments chimiques et celle d'un plan pour trois éléments....



Déterminations, de Crookes : par le nitrate de thallium;
de Lepierre, par le sulfate et l'oxyde (*Bull. Soc. chim.*, 1899, t. IX, p. 166).

Voilà donc les *lieux géométriques* des $x, y, z, \ldots$ déterminés pour chaque

---

se confondaient avec les « poids atomiques absolus », on aurait

$$\frac{Ag + Cl}{Ag} = \frac{108 + 35,5}{108} = 1,32870 = R.$$

Si au lieu de $Ag = 108$, $Ag = 108,1$, $\Delta R = -0,00030$,
» $Cl = 35,5$, $Cl = 35,6$, $\Delta R = +0,00093$.

Donc, avec les « écarts » x et y, l' « excès analytique e » sera

$$10e = -0,00030x + 0,00093y.$$

Les excès représentent des milligrammes sur 100g d'argent.

valeur de e donnée par l'expérience. De plus, *ces lieux géométriques constituent un système de parallèles* (lignes ou plans) pour toutes les expériences dépendant du même rapport atomique ou bien définies par la même réaction chimique.

... Ayant construit ce graphique pour une recherche chimique donnée, ... menons une perpendiculaire du centre ($x=0$, $y=0$, ...) sur la ligne droite ou le plan : c'est la distance la plus courte, *la déviation minima de l'expérience avec la valeur absolue*. Les projections ξ, η, ζ de cette perpendiculaire sur les axes X, Y, Z seront les *écarts linéaires*... et l'on aura

$$x = \xi\,\Delta X, \qquad y = \eta\,\Delta Y, \qquad z = \zeta\,\Delta Z.$$

D'après cette solution géométrique, les poids atomiques de précision seront

$$X' = X + x, \qquad Y' = Y + y, \qquad Z' = Z + z.$$

II. Appliquons cette méthode à la détermination des poids atomiques de précision du *chlore et de l'argent* dont les résultats expérimentaux obtenus depuis un siècle ont été donnés précédemment (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 58).... Pour les expériences par voie humide et dans un vase de quartz, nous avons $e = -3$, ... En faisant la construction graphique et les calculs, on a finalement pour les poids atomiques de précision :

$$Cl = 35,5 - 0,000307, \qquad Ag = 108 + 0,000320.$$

Dumas, en 1857, avait trouvé par voie sèche $e = +6$ (*loc. cit.*, p. 58), d'où

$$Cl = 35,5 - 0,000614, \qquad Ag = 108 - 0,00064.$$

Les valeurs des écarts étant toutes insignifiantes en valeur numérique et même de signe opposé, ces écarts ne sont que les expressions des erreurs expérimentales et les *vrais poids atomiques ont les valeurs absolues*

$$Cl = 35,5 \quad \text{et} \quad Ag = 108 \text{ exactement.}$$

III. J'ai appliqué cette méthode à toutes les déterminations chimiques les plus importantes des poids atomiques faites depuis un siècle : plus les expériences sont soignées, plus les écarts des valeurs absolues sont insignifiants. Ainsi, *nos poids atomiques absolus des éléments chimiques sont identiques avec les poids atomiques de précision tirés des expériences avec notre méthode donnée ici.*

IV. C'est sur les expériences de la synthèse du nitrate d'argent que Stas, en 1860 (*Œuvres*, t. I, p. 815 et 894), a basé sa doctrine de l'incommensura-

bilité des poids atomiques et de l'impossibilité de l'unité de la matière.... La synthèse du nitrate de thallium par Crookes en 1872 (*Phil. Transactions*, 1873, p. 330) a été déclarée une confirmation importante de la doctrine de Stas [à cause de la grandeur du poids atomique]. J'ai donc appliqué ma méthode à ces synthèses. Voici les résultats :

Stas, 1860.	Crookes, 1872.	
Ag = 108 — 0,00054	Tl = 204 + 0,00004	graphique ci-dessus.
N = 14 + 0,00067	N = 14 — 0,00003	
O = 16 + 0,00069	O = 16 — 0,00003	

On voit que ces écarts sont tout à fait insignifiants. *La doctrine de Stas était donc basée sur une erreur de fait.*

V. En appliquant la même méthode aux expériences de M. Urbain sur le terbium, on trouve ($e = +2$)

H = 1 — 0,0000007, O = 16 — 0,0000007, Tb = 159 + 0,0000542.

VI. De même, en partant des expériences de Curie sur le radium, on a 226,5 exactement.

CHIMIE MINÉRALE. — *Solution colloïdale d'arsenic.* Note de M. **V. Auger**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Lorsqu'on réduit une solution chlorhydrique d'anhydride arsénieux, avec une solution aqueuse d'acide hypophosphoreux, on obtient de l'arsenic brun noir, amorphe, insoluble dans les alcalis à froid. Cette réaction bien connue, effectuée en présence d'alcool très concentré, donne un produit tout différent. On obtient, en opérant au-dessous de 0°, une poudre jaune ocre, passant par la dessiccation au rouge brun, et qui possède la singulière propriété de se dissoudre immédiatement dans la lessive de soude diluée, en donnant une belle solution colloïdale de couleur brune.

Préparation, propriétés et analyse du produit rouge brun. — On a dissous 70^g d'acide hypophosphoreux dans 500^{cm^3} d'alcool absolu et versé lentement, dans cette solution refroidie à — 15°, une solution également refroidie de 70^g de chlorure d'arsenic dans 250^{cm^3} d'alcool absolu. La réduction commence au bout de quelques instants, et la température du mélange peut monter jusque vers 0° sans inconvénient. Au bout de 2 heures environ, on essore au vide le produit précipité, et on le lave à fond à l'alcool absolu froid, jusqu'à disparition du chlore dans l'alcool de lavage. On termine en laissant la masse rouge brun au dessiccateur sulfurique, dans le vide, jusqu'à poids

constant. Le produit ainsi obtenu est, comme on l'a dit plus haut, totalement et rapidement soluble dans les alcalis dilués; suivant les préparations, il garde cette propriété de 2 jours à 2 mois, mais devient, au bout de ce temps, insoluble dans les alcalis. Mis en contact avec de l'eau, à froid, il passe très rapidement à la forme insoluble; il en est de même, quoique plus lentement, en présence d'alcool. Soumis à une température de 100° environ, il passe aussitôt à cette modification.

L'analyse a donné, en opérant sur une préparation encore soluble dans les alcalis : As 68,2 pour 100; P 0,97 pour 100; alcool 2,5 pour 100. Eau (par différence 68,4 pour 100.

Chauffé au rouge dans un courant d'acide carbonique, il laisse dégager de l'eau, de l'alcool et de l'hydrogène phosphoré; il est donc probable que le phosphore contenu dans ce produit s'y trouve à l'état d'acide phosphoreux ou hypophosphoreux; des produits analogues peuvent être obtenus en solution méthyl-, butyl- ou amyl-alcoolique, ou même acétonique. Ils semblent assez peu stables.

Propriétés de la solution alcaline colloïdale. — Cette solution brun rouge est parfaitement limpide par transparence, trouble par réflexion. Elle est stable même à l'ébullition, mais s'oxyde rapidement à l'air en donnant de l'arsénite.

L'alcool, la soude ou la potasse en excès en précipitent des flocons bruns, solubles dans l'eau. Les acides dilués, même l'acide acétique, tous les sels solubles, sulfates, chlorures, acétates, etc. en précipitent des flocons bruns qui ne se redissolvent plus ni dans l'eau ni dans les alcalis faibles.

La solution brune peut être ainsi purifiée, soit par dialyse, soit, après précipitation à l'alcali, par lavages répétés avec une solution alcaline assez concentrée pour ne pas redissoudre les flocons.

On arrive ainsi à obtenir une solution qui ne contient plus trace d'alcool, mais qu'il a été impossible jusqu'ici de rendre exempte de phosphore, ni d'alcali.

A l'analyse, on trouve, dans les meilleures conditions, 0,4 à 0,5 pour 100 de phosphore, rapporté à l'arsenic total contenu dans la solution.

Il était important de déterminer à quel état d'oxydation se trouve le métalloïde. Voici comment j'ai opéré :

Un volume déterminé de la solution est titré par l'iode et calculé en arsenic supposé à l'état métalloïdique. Un même volume de solution est précipité par l'acide sulfurique dilué, le précipité est lavé à fond, séché puis distillé dans un courant de gaz carbonique.

On a trouvé ainsi dans 50^{cm^3} de solution : As par iodométrie, 0,244; As par distillation, 0,246. En déterminant par le calcul la quantité d'oxygène qui aurait été fixé sur l'arsenic, occasionnant ainsi un déficit dans la détermination iodométrique, on trouve, d'après une moyenne de trois analyses, une formule variant de $As^{10}O$ à $As^{20}O$. On peut

donc affirmer déjà, bien qu'il reste encore quelques points à fixer pour présenter une analyse complète, que l'arsenic se trouve, dans cette solution, à l'état vraiment métalloïdique et sous la forme colloïdale.

Il reste encore à rechercher si la présence du phosphore est nécessaire pour que cette modification de l'arsenic reste soluble dans les alcalis et quel est le minimum nécessaire de ce métalloïde pour obtenir la solution.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur quelques causes d'erreur dans le dosage du phosphore des fers, fontes et aciers.* Note de M. **G. Chesneau**, présentée par M. A. Carnot.

Dans ses études classiques sur les méthodes d'analyse des fers, fontes et aciers (1895), M. Carnot a signalé certaines causes d'erreur pouvant intervenir dans le dosage du phosphore sous la forme habituelle de phosphomolybdate d'ammoniaque, et précisé les conditions pour y remédier dans sa méthode par *double précipitation,* généralement adoptée dans les laboratoires sidérurgiques. Les divergences que j'ai parfois constatées entre les résultats de cette méthode et ceux obtenus par d'autres marches, m'ont amené à reprendre l'étude systématique des différents facteurs pouvant influer sur l'exactitude de ce dosage. Me réservant de publier ailleurs le détail de ces recherches, je me bornerai dans la présente Note à en résumer les principaux résultats, et à indiquer brièvement les conditions, non encore signalées à ma connaissance, susceptibles de fausser ce dosage soit par précipitation incomplète, soit au contraire par surcharges anormales en impuretés.

1° *Influence des concentrations respectives du fer et de l'acide molybdique.* — Le volume de 50^{cm^3} de réactif molybdique (à 75^g de molybdate d'ammoniaque par litre), donné dans la méthode précitée comme convenant jusqu'à 5^g de métal, est suffisant pour des prises d'essai de 1^g à 2^g, mais doit être augmenté proportionnellement pour des poids plus forts.

C'est ainsi qu'avec ce volume de réactif, un acier donnant 0,043 de phosphore pour 100 en partant de 1^g, n'a plus fourni qu'un précipité insignifiant avec une prise d'essai de 5^g et, avec ce dernier poids, 100^{cm^3} de réactif ont fourni un précipité de phosphomolybdate ne correspondant qu'à une teneur de 0,03 pour 100; 1^g du même métal n'a donné aucun précipité avec 10^{cm^3} de réactif molybdique, et 0,038 pour 100 de phosphore avec 20^{cm^3}; la précipitation du phosphore n'est en définitive complète qu'à partir de 30^{cm^3} de réactif par gramme de métal, ce qui conduit à employer 150^{cm^3} pour les prises d'essai de 5^g, usitées dans le cas de métal très peu phosphoreux.

La nécessité de cet énorme excès de réactif tient, ainsi que je l'ai constaté, à la solubilité considérable du phosphomolybdate d'ammoniaque dans les sels ferriques, atteignant $0^g,215$ par gramme de fer (dissous à l'état de sulfate ferrique dans 25^{cm^3} d'eau); il s'établit ainsi un équilibre entre les deux systèmes opposés :

phosphomolybdate d'amm. + sulfate ferrique $\rightleftharpoons$ phosphomol. ferrique + sulfate d'amm.

qu'on ne peut faire tendre vers la précipitation complète du phosphomolybdate d'ammoniaque que par un grand excès d'acide molybdique et de sels ammoniacaux, conformément aux lois générales de l'équilibre dans les doubles décompositions salines.

2° *Pertes par lavage du phosphomolybdate d'ammoniaque.* — On admet en général que, pour éliminer l'excès de réactif molybdique ou de sels ferriques mouillant le précipité de phosphomolybdate, il convient de faire précéder le lavage final à l'eau pure d'un lavage avec de l'eau faiblement azotique, ou avec une solution diluée de nitrate d'ammoniaque ; cette pratique n'est pas justifiée.

J'ai en effet observé que si, sur du phosphomolybdate lavé à l'eau pure, jusqu'à ce que le filtrat ne produise plus de coloration brune dans le prussiate jaune, on verse de l'eau azotique ou nitratée, le filtrat rebrunit alors le prussiate. Ainsi amené à vérifier la solubilité du phosphomolybdate d'ammoniaque dans ces différents liquides, j'ai obtenu les chiffres suivants par évaporation à sec (et au besoin chauffage à 400° du résidu) de solutions limpides et incolores de phosphomolybdate, saturées à 15° par contact très prolongé avec un excès de ce corps :

		Eau nitratée		Eau azotique		
	Eau pure	à 5 pour 100	à 10 pour 100	à 1 pour 100	à 5 pour 100	à 10 pour 100
Phosphomolybdate dissous par litre.	$0^g,030$	0,099	0,113	0,371	0,682	0,901

On voit ainsi que le meilleur liquide de lavage est encore l'eau pure, et que les pertes au lavage sont bien moins fortes avec celle-ci qu'avec l'eau azotique. Il est à noter que le nitrate d'ammoniaque, qui, en présence du réactif molybdique, rend la précipitation du phosphomolybdate plus complète, dissout celui-ci quand il est seul; cela tient à son hydrolyse en solution neutre qui libère des traces d'ammoniaque, car en acidifiant à peine l'eau nitratée saturée de phosphomolybdate, on y produit à la longue un léger précipité.

3° *Surcharges dues à l'entraînement de molybdate acide d'ammoniaque.* — Cette cause d'erreur, déjà signalée par M. Carnot, peut prendre dans cer-

taines conditions, susceptibles de se réaliser en pratique, une importance plus considérable qu'on ne l'avait soupçonné jusqu'ici.

J'ai constaté que le molybdate acide d'ammoniaque (tétramolybdate de Berlin), que dépose en abondance, sous forme d'aiguilles blanches enchevêtrées, le réactif molybdique longtemps chauffé (dès 60°), a la curieuse propriété, tout en restant soluble dans l'eau pure ou azotique, d'être reprécipité de ses solutions par l'azotate d'ammoniaque, et cela, d'autant plus complètement qu'il a été chauffé plus longtemps ou à plus haute température. Ce phénomène n'est pas sans analogie avec la précipitation bien connue de certains oxydes condensés. La redissolution dans l'ammoniaque du molybdate acide ne lui fait pas perdre entièrement cette propriété.

Si donc, en vue d'obtenir une précipitation plus complète du phosphomolybdate, on a chauffé longtemps, à feu nu ou sur bain de sable, le ballon contenant la liqueur phosphorique additionnée de réactif molybdique, et qu'il se soit produit un précipité important de ce molybdate acide mélangé au phosphomolybdate, la purification de celui-ci, par redissolution dans l'ammoniaque et réacidification, pourra être illusoire, le molybdate acide se reprécipitant partiellement avec le phosphomolybdate, sous l'action du nitrate produit dans la neutralisation de l'ammoniaque. Pour éviter autant que possible cette surcharge, on doit donc produire le phosphomolybdate à température modérée, même si l'on a l'intention de le purifier par une seconde précipitation.

Je poursuis des recherches, déjà fort avancées, sur les variations de composition du phosphomolybdate d'ammoniaque suivant les concentrations respectives des réactifs en présence; les données précédentes permettent d'en expliquer facilement les résultats.

MINÉRALOGIE. — *Sur les cristaux liquides de deux composés nouveaux de la cholestérine.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

M. O. Lehmann a montré depuis longtemps que quelques éthers-sels de la cholestérine possèdent la propriété remarquable de donner, entre deux intervalles déterminés de température, une et même, d'après ses récentes observations, deux phases liquides anisotropes (¹); le but de cette Note est

(¹) O. Lehmann, *Zeitsch. f. phys. Chemie*, t. LVI, 1906, p. 750. — Voir aussi F.-M. Jaeger, *Rev. des Trav. ch. des Pays-Bas*, t. XXV, 1906, p. 334.

de signaler l'existence de deux nouveaux composés de la cholestérine possédant ces propriétés et de préciser celles-ci.

1° En chauffant pendant une demi-heure de la cholestérine avec l'acide glycolique, on obtient un composé qui, après plusieurs cristallisations dans le bromoforme, se présente en aiguilles blanches nacrées, atteignant 1^{cm} de longueur. L'examen microscopique montre que ces dernières ont un allongement positif et sont biaxes (un axe optique est toujours visible dans le champ du microscope disposé pour la lumière convergente). Par élévation graduelle de la température d'une préparation microscopique, les cristaux deviennent à partir de 110° environ de moins en moins biréfringents, puis cessent d'agir sur la lumière polarisée parallèle. L'examen en lumière convergente montre alors la croix des cristaux uniaxes (positifs). A ce moment, en laissant glisser la lamelle couvre-objet, on voit que le corps est déjà fondu. Quand on élève encore la température, la croix disparaît, le liquide obtenu est isotrope. En procédant ainsi, le passage de la phase liquide anisotrope à la phase isotrope ne saute pas aux yeux, puisqu'il ne peut être observé qu'en lumière convergente; mais il n'en est pas de même si l'on emploie un produit contenant un excès d'acide glycolique ou, mieux encore, si l'on suit un mode d'observation inverse, c'est-à-dire si l'on examine le corps isotrope en voie de refroidissement. Il se produit d'abord un grand nombre de petits cristaux très biréfringents (losanges très allongés à angles arrondis, s'éteignant suivant les diagonales et à allongement positif) (1) qui s'accroissent très rapidement, puis se fusionnent parfois entre eux. Un grand nombre disparaissent et leurs particules complexes, se disposant perpendiculairement à leur axe unique, apparaissent sous forme de plages dépourvues de contour géométrique sur le fond brillant des autres cristaux différemment orientés. Parfois cette orientation se produit dès l'origine, mais en général autour des bulles, les molécules des plages liquides sont couchées parallèlement à l'axe optique et conservent cette position; il est probable que c'est sous l'influence des actions capillaires existant à la surface des bulles qu'elles ne se placent pas perpendiculairement au porte-objet, l'action directrice des deux lames de verre étant contre-balancée par ces actions. Le même fait se reproduit avec le second corps qui sera décrit plus loin.

(1) Souvent ces cristaux se groupent parallèlement et parfois il existe tout à fait au début deux séries presque perpendiculaires l'une à l'autre.

Quand le refroidissement est plus avancé, si le produit employé est très pur (cristaux obtenus par cristallisation répétée dans le bromoforme), le liquide anisotrope se solidifie brusquement en donnant des sphérolites ; mais, s'il contient un petit excès d'acide glycolique, les cristaux liquides anisotropes sont stables à basse température tout en devenant de plus en plus pâteux. Il est donc possible de les conserver à la température ordinaire, ce qui facilite beaucoup l'étude de leurs propriétés. Quand on exerce une pression sur la lame couvre-objet d'une préparation ainsi refroidie, on détermine un léger écoulement suivi d'une déformation optique persistante. Ainsi les plages uniaxes deviennent biaxes et l'angle des axes peut atteindre 60° dans l'air. Ce dernier peut être ensuite diminué et même annulé par une rotation convenable du couvre-objet. C'est toujours *ng* qui est perpendiculaire à la lame et le plan des axes est transversal à la direction d'écoulement. L'uniaxie réapparaît, quand on élève graduellement la température [1].

2° En employant de la glycérine au lieu de l'acide glycolique et en chauffant plus longtemps qu'avec ce dernier, on obtient un composé possédant les mêmes propriétés que le corps précédent. Le point de fusion donnant un liquide isotrope est de 145° environ ; les cristaux liquides anisotropes disposés parallèlement à l'axe optique sont plus étendus que ceux du glycolate et sont un peu plus biréfringents ; ils s'orientent aussi perpendiculairement à la lame. Le liquide anisotrope, dont la fluidité est plus faible que celle de la glycérine, se solidifie vers 115° en donnant des cristaux solides formant des sphérolites.

Les productions myéliformes observées dans les autres composés de la cholestérine sont fréquentes, mais on ne voit pas les belles couleurs diffusées par les cristaux de propionate de cholestéryle ; elles n'apparaissent pas non plus par l'addition de *p*-azoxyphénétol, comme dans le benzoate, bien que les molécules complexes soient orientées perpendiculairement à la lame, condition nécessaire pour la diffusion des couleurs, comme l'a démontré dernièrement M. Wallerant.

Le vert malachite fondu colore les cristaux liquides des deux éthers-sels

---

[1] Au voisinage du point de fusion, alors que le liquide anisotrope a une fluidité un peu plus faible que celle de la glycérine, l'image en lumière convergente des cristaux uniaxes ne change pas quand on fait glisser la lamelle couvre-objet, comme dans l'oléate d'ammoniaque étudié par M. Wallerant (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 694).

et les rend polychroïques (bleu verdâtre suivant n_g, vert jaunâtre suivant n_p).

La transformation des cristaux liquides du composé glycérique ne se fait pas avec la même vitesse pour les molécules complexes orientées parallèlement à la lame ou perpendiculairement à cette dernière. Dans les plages parallèles, la vitesse de transformation est plus grande que dans les autres. Il est probable qu'il se produit là un phénomène analogue à celui qui est connu dans les cristaux solides, dans lesquels la vitesse de dissolution ou de corrosion change avec la direction; peut-être aussi l'action directrice des lames sur les particules augmente-t-elle leur stabilité.

Au cours de cette étude, j'ai pu constater que la cholestérine pure fondue donne par solidification deux formes, dont l'une montre de beaux sphérolites avec les enroulements hélicoïdaux du genre de ceux étudiés récemment par M. Wallerant dans d'autres produits organiques. Ces enroulements se montrent aussi quelquefois dans les cristaux liquides du composé glycérique.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La maladie du Sapin dans les forêts du Jura.* Note de M. E. **Henry**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans l'été de 1906 quelques sapinières du Jura ont été envahies par une maladie qui a, dès son début, attiré l'attention du service forestier. La teinte normale vert foncé du feuillage du Sapin faisait place çà et là à des taches rouges qui se sont accentuées vers la fin de l'été.

Au printemps de 1907 la maladie semblait avoir disparu; mais, pendant l'été, elle se montra nettement à nouveau; un grand nombre de rameaux de Sapin devinrent, à leur extrémité, d'abord jaunâtres, puis franchement rouges.

En octobre 1907, dit M. le Conservateur des forêts du Jura en son rapport à l'Administration, dans les massifs du premier et du deuxième plateau où le Sapin domine, les arbres sont atteints dans la proportion de 50 pour 100 environ. Sur le troisième plateau, au Risoux, où le Sapin forme un dixième du peuplement, tous les sujets de cette essence sont contaminés sans exception. *Jusqu'à présent, toutefois, la maladie n'a jamais causé la mort d'un arbre, ni son dépérissement, ni même un état de souffrance générale qui soit perceptible à l'œil.*

Désirant être fixé sur la cause de cette maladie qui attaque uniquement le

Sapin pectiné (*Abies pectinata* DC.) et qui tend à prendre une grande extension, le service forestier envoya, pour être examinés à l'École nationale des Eaux et Forêts, un lot de rameaux malades pris dans les forêts où le mal avait été signalé par M. Bouvier.

J'ai constaté que *tous* les rameaux envoyés, sans exception, étaient envahis par un Champignon parasite bien connu qui est fréquent en Allemagne sur les Sapins du *Bayerischer Wald* et qui a fait déjà quelques apparitions en France sur les Sapins des Vosges (¹) et du Jura. Dans l'inspection d'Arbois, cette maladie fut observée en 1893 par les agents forestiers qui envoyèrent, à l'École forestière de Nancy, des échantillons.

Sur tous je reconnus la présence du Champignon, dit de l'écorce du Sapin et dont le nom scientifique provisoire est *Phoma abietina* (R. Hart.).

C'est Robert Hartig qui a le premier décrit cette espèce dans son *Lehrbuch der Baumkrankheiten*, 2ᵉ édition, 1889 (²) et très exactement figuré ses dégâts, ses pycnides et ses conidies.

MM. Prillieux et Delacroix en ont ensuite (³) donné la diagnose et l'ont appelé *Fusicoccum abietinum*.

Les allures de ce parasite sont si caractéristiques qu'il est toujours facile de le reconnaître.

Les spores germent sur l'écorce des rameaux de l'*Abies pectinata* DC. sans qu'il soit besoin d'une lésion préalable. Les jeunes rameaux dont la grosseur ne dépasse pas celle du doigt sont seuls envahis (⁴). Le mycelium se développe rapidement dans le liber et la zone cambiale qu'il tue sur tout le pourtour et sur une longueur de 5^{cm} à 8^{cm}. Sur l'écorce morte devenue rugueuse apparaissent de nombreuses pycnides noires qui perforent l'enveloppe subéreuse. Ces amas de pycnides, généralement multiloculaires, renferment des spores hyalines, fusiformes, avec deux grosses guttules et mesurent 8^{μ}-$10^{\mu} \times 4^{\mu}$-5^{μ}.

Sur les branches assez fortes, le bois ne se dessèche pas de suite et la nutrition peut

---

(¹) Dans le *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXXVII, 1890, p. 38-48, M. Mer a décrit, avec beaucoup de détails, une invasion de ce Champignon sur les Sapins de la forêt domaniale de Gérardmer (Vosges). Elle débuta faiblement en 1887, prit de l'extension en 1888, et en 1889 elle était en pleine décroissance.

(²) Cet Ouvrage a été traduit en français sous le titre : *Traité des maladies des arbres*, Berger-Levrault, 1891, par MM. Gerschel et Henry, professeurs à l'École nationale des Eaux et Forêts.

(³) *Bulletin de la Société mycologique de France*, t. VI, 1890, p. 176.

(⁴) C'est par grande exception qu'on voit atteints des rameaux de 5^{cm} de diamètre. M. Mer et moi n'avons jamais rencontré le Champignon sur une pousse âgée de plus de 11 ans.

se prolonger quelques années après la mort de l'écorce. L'accroissement en diamètre se continue donc pendant un certain temps au-dessus de ces 5^{cm} à 8^{cm} d'écorce morte et indéfiniment au-dessous : il se produit deux bourrelets comme à la suite d'une incision annulaire, bourrelets qui finissent par provoquer l'éclatement de l'écorce. On observe fréquemment près du bourrelet inférieur, qui est le plus développé, des suintements de résine.

Les aiguilles ne recevant plus, par suite de la dessiccation progressive de l'écorce et du bois, une alimentation suffisante, deviennent d'abord d'un vert jaunâtre, puis d'un brun rougeâtre; finalement, elles meurent et tombent après avoir été envahies, comme il arrive d'ordinaire, par de nombreux Saprophytes (1).

Pour enrayer la multiplication de cette espèce, il ne se présente aucun moyen préventif ni destructif pratiquement applicable.

Du reste, jusqu'alors, dans toutes ses apparitions antérieures, elle n'a jamais été signalée comme très dommageable par les pathologistes forestiers.

Évidemment, la largeur de l'anneau ligneux doit être quelque peu diminuée, proportionnellement à la quantité des feuilles atteintes qni ne fonctionnent plus normalement. Mais jamais on n'a constaté qu'un Sapin fût mort sous les attaques du *Phoma abietina*. On le comprend aisément si l'on considère que *le tiers supérieur de l'arbre ne présente jamais de taches rouges* (2) et que « le plus souvent il n'y en a qu'une sur un arbre, quelquefois deux, trois ou quatre, disséminées, rarement dix ou douze ».

Il faut espérer que l'invasion du Jura se comportera comme celle de 1893 et aussi comme celle qui eut lieu à Gérardmer et qui débuta en 1887 pour atteindre son maximum en 1888 et décroître jusqu'à complète disparition en 1889 et 1890, sans causer la mort d'aucun arbre.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur un nouveau mode de réaction de la peau à la tuberculine et son utilisation dans le diagnostic de la tuberculose*. Note de M. **J. Lignières**, présentée par M. A. Chauveau.

Depuis la Communication de von Pirket, tous les expérimentateurs, et le professeur Vallée le premier sur les animaux, ont constaté qu'en dépo-

(1) M. Prilleux y a trouvé (*loc. cit.*) *Cytospora pinastri* Fr., qu'il considère comme pouvant aussi vivre en parasite. M. Mangin, dans une Note récente insérée aux *Comptes rendus* (26 novembre 1906) a signalé sur les aiguilles malades trois nouvelles espèces de Saprophytes.

(2) Constatation des agents forestiers lors des deux invasions de *Phoma*, dans le Jura, et de M. Mer, dans les Vosges.

sant une petite quantité de tuberculine sur des scarifications superficielles fraîches, on produit chez les tuberculeux une réaction locale qui ne se forme pas sur les organismes sains. Avec le docteur Berger, j'ai pu obtenir des résultats à peu près identiques en remplaçant la tuberculine par des corps bacillaires morts.

Contrairement à ce qu'on avait cru jusqu'ici, les scarifications ne sont pas indispensables à la manifestation de cette réaction locale.

En déposant simplement la tuberculine à la surface de la peau intacte, on ne produit, il est vrai, aucun phénomène; mais, si l'on frotte la peau, on voit apparaître parfois de la rougeur, de l'éruption ou un peu d'œdème douloureux.

Si, *après avoir rasé la peau* et alors qu'elle est encore sous le feu du rasoir, on en frictionne quelques instants la surface avec des bacilles morts et surtout avec de la tuberculine, *la réaction est constante.*

La tuberculine doit être employée *pure,* c'est-à-dire sans aucune addition d'eau. *Je lui donne même un degré de concentration un peu plus élevé que d'ordinaire.*

Chez les animaux sains on ne produit, par cette friction, aucune réaction locale spécifique, sinon parfois un peu d'irritation mécanique due au rasoir; mais la peau reste souple et non œdémateuse.

Par contre, chez les tuberculeux, apparaît, en général, dès la vingt-quatrième heure, une réaction locale caractéristique.

Chez les *Bovidés* la peau devient rouge, chaude, sensible à la pression et plus ou moins œdémateuse.

Si on laisse sur les bords de la surface rasée une bande d'environ 1^{cm} de large que ne touche pas la friction de tuberculine, on peut voir se former un bourrelet œdémateux en général bien délimité.

Œdème abondant, débordant la portion rasée, ou œdème diffus, devenant rapidement dur, en véritables plaques cutanées, sont des manifestations assez communes.

La réaction locale peut demeurer visible ou sensible au toucher pendant plusieurs jours, puis disparaître. C'est le premier stade.

Le plus souvent, soit dès le début, soit 20 ou 30 heures après sa formation, apparaît sur la surface œdémateuse une éruption formée de petites élevures blanchâtres, punctiformes, remplies d'un pus blanc, homogène, facile à étaler, extrêmement riche en polynucléaires, mais exempt de bacilles de Koch. En quelques heures, pour ainsi dire, à mesure qu'elle se forme, cette éruption devient suintante, humide et se couvre d'un exsudat qui forme immédiatement des croûtes dont l'abondance est en rapport avec l'intensité de l'éruption.

L'éruption, suivie de la formation de croûtes, représente un deuxième stade de la réaction cutanée spécifique.

Plus tard, l'œdème s'affaisse, non sans donner parfois une véritable plaque qui persiste plusieurs jours, et sur laquelle apparaissent des croûtes sèches qui se desquament assez lentement. Cet aspect dure plusieurs semaines. C'est le troisième stade.

Chez quelques animaux, au lieu que la peau reprenne, sous ces squames, sa souplesse normale, il se constitue une plaque verruqueuse qui rappelle bien les lésions tuberculeuses cutanées. Cette plaque, qui peut aussi naître sans forte éruption, est visible pendant des mois. Elle équivaut à une véritable marque d'infection.

La pousse des poils se fait normalement sur les animaux non tuberculeux; en général, irrégulièrement et avec lenteur sur les plaques de réaction.

C'est à cette *réaction après simple friction* qu'il convient de donner le nom de *cuti-réaction;* on réservera celui de *dermo-réaction* à l'épreuve par scarifications de von Pirket.

Chez les Bovidés, je rase la peau sur un espace de 5^{cm^2} à 6^{cm^2}, dans une région où la peau se laisse saisir facilement entre les doigts, par exemple l'encolure. *Les parties où la peau est très tendue ne doivent pas être recherchées.*

Quatre à six gouttes de tuberculine brute appliquées à l'aide d'un tampon d'ouate, en une friction d'une demi-minute, sur la peau fraîchement rasée et sans aucune scarification, déterminent, chez les tuberculeux, une réaction aussi nette et aussi fidèle que celle de von Pirket et qui, chez les Bovidés notamment, lui est souvent très supérieure en intensité et en durée. Il ne se produit pas de réaction organique ni d'élévation appréciable de la température.

La *cuti-réaction* peut être répétée plusieurs fois avec résultats positifs, même après intervalles de 24 heures seulement.

Une injection de tuberculine faite au même moment n'empêche pas la réaction cutanée. Celle-ci est ordinairement diminuée ou retardée quand l'injection de tuberculine date de 1 ou 2 jours; après le troisième jour, la cuti-réaction reprend ses droits.

La cuti- et la dermo-réaction, ainsi que l'ophtalmo-réaction, peuvent s'employer simultanément, sans se nuire. C'est d'ailleurs, à mon avis, le moyen de diagnostic qu'on doit préférer chez les animaux.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Explication du mécanisme général de la transformation du glycogène en glucose par les muscles et les tissus animaux.* Note de M. F. **Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans des recherches précédentes, nous avons montré ([1]) que tous les tissus animaux, à l'instar du foie, produisent du glucose; nous avons reconnu, comme causes favorisantes, l'asphyxie (immersion dans l'huile) et le traumatisme (écrasement de l'organe en quelques points avec les mors d'une tenaille).

Dans les expériences suivantes, nous étudions, sur les muscles du chien, les effets du traumatisme poussé à l'extrême, jusqu'à l'écrasement complet, et nous cherchons à nous en expliquer le mécanisme.

Technique des expériences. — Les chiens sont sacrifiés par effusion de sang. Immédiatement après la mort on prélève 120^g de muscles (muscles de la cuisse) que l'on divise très finement au moyen d'un hachoir, en ayant soin de mélanger intimement les différentes parties, afin d'annuler les effets de la répartition irrégulière du glycogène ([2]). On pèse ensuite six lots de 20^g de pulpe. On dose séparément le glycogène et le glucose dans deux lots de pulpe fraîche, le glycogène, au moyen de la méthode Frænkel-Garnier, et le glucose à l'aide de la liqueur de Fehling, après défécation du bouillon à l'azotate mercurique.

Les autres lots sont placés à l'étuve à 38° dans une atmosphère humide, dont deux après avoir été triturés finement dans un mortier avec du sable siliceux et un peu d'eau distillée. Au bout d'une heure et demie on retire de l'étuve et dose le glycogène et le glucose dans la pulpe simplement hachée et la pulpe triturée.

Nous donnons à titre d'exemple les résultats de deux expériences.

		Chien 1 an. Dans 20^g.	Chien 7 ans. Dans 20^g.
Muscle frais	Glycogène	88^{mg}	212^{mg}
	Glucose	14	19
Muscle haché, étuve 1 heure et demie.	Glycogène	66	96
	Glucose	39	37
Muscle trituré, étuve 1 heure et demie.	Glycogène	21	31
	Glucose	56	74

([1]) Cadéac et Maignon, *Comptes rendus,* 16 juin 1902, 12 janvier 1903, 29 juin 1903.
([2]) Maignon, *Comptes rendus,* 29 juillet 1907.

Il résulte de ces expériences que *la destruction du glycogène et la production de glucose sont beaucoup plus intenses dans le muscle trituré que dans le muscle simplement haché.*

Dans le muscle écrasé, la destruction du glycogène est très rapide et, au fur et à mesure que cette substance disparaît, on voit du glucose prendre naissance.

L'action favorisante de l'écrasement sur la transformation du glycogène en sucre, dans les muscles, est à rapprocher de ce que l'on observe dans les amandes amères soumises au même traitement : la diastase, émulsine, arrive au contact de la substance transformable, l'amygdaline, et il y a production d'acide cyanhydrique.

Cela nous a fait penser que l'agent de la saccharification du glycogène dans les muscles pouvait être une diastase et nos vues ont été pleinement confirmées.

Dans toutes les expériences faites dans le but d'extraire cette diastase, nous avons opéré sur des tissus lavés au moyen d'une circulation prolongée, dans les artères, d'eau salée tiède à 7 pour 1000, jusqu'à ce que le liquide ressorte incolore par les veines, afin d'être bien sûr d'éliminer l'amylase provenant du sang contenu dans ces tissus.

Nous avons mis en évidence l'existence de l'amylase musculaire au moyen de quatre méthodes :

1° Préparation de l'*extrait fluoré* en suivant la technique employée par M. Permilleux pour démontrer l'existence d'une amylase dans le foie.

Cet extrait préparé avec des muscles ou d'autres tissus : cœur, reins, ovaires, testicules, cerveau, etc. transforme *in vitro* le glycogène et l'amidon cuit en glucose, ce qui n'a plus lieu après ébullition.

En précipitant par l'alcool, on obtient une poudre qui renferme la diastase. Cette poudre reprise par l'eau et le tout filtré, on obtient un liquide incolore qui possède les mêmes propriétés que l'extrait.

2° Préparation de l'*extrait glycériné*. Ce dernier donne les mêmes résultats que l'extrait fluoré.

3° Extraction de l'amylase au moyen de la méthode de M. Dastre, la *dialyse chloroformique*.

Le liquide dialysé des muscles transforme le glycogène et l'amidon cuit en glucose, et il devient inactif par l'ébullition.

4° Extraction de l'amylase au moyen de la *méthode* de von Vittisch, en suspendant des fragments de tissus dans de l'éther saturé d'eau.

On obtient les mêmes résultats qu'avec la méthode précédente.

Conclusions. — Il résulte de ces expériences que les muscles possèdent

une amylase, agent de la transformation du glycogène en glucose. Cette transformation, qui s'effectue d'une façon incessante à l'état normal, est exagérée sous certaines influences, et particulièrement lors de l'écrasement des tissus, qui favorise la mise en contact de l'amylase et du glycogène.

OCÉANOGRAPHIE. — *Transparence et couleur de l'eau de mer dans la Manche.* Note de M. LETALLE.

Les observations ont été faites du mois de décembre 1906 au mois de septembre 1907 à bord du steamer *Portsmouth* pendant une série de traversées entre Dieppe et Newhaven.

La transparence a été mesurée au disque de Secchi; la couleur a été évaluée d'après la méthode de Wittstein, par immersion d'un miroir à 45° et comparaison avec l'échelle de Forel (Gamme I-XI) au moyen d'un tube dosimétrique de Thoulet.

En même temps que la transparence et la couleur, on a noté, en chacune des 17 stations, la direction et la force du vent, l'état de la mer, la nébulosité, la température de l'air et de la mer, la hauteur barométrique et la profondeur de l'eau. Les valeurs trouvées ont été comparées entre elles, le plus souvent après avoir été mises sous forme de graphiques.

La transparence a varié d'un minimum de 1^m à un maximum de 21^m; la couleur entre les numéros II et VII de la gamme de Forel.

Les conclusions peuvent être résumées de la manière suivante:

1. En une même localité, la transparence de l'eau de mer est plus grande en été qu'en hiver et la différence est d'autant plus accentuée que l'on s'éloigne davantage des côtes.

2. La transparence est indépendante de la profondeur de l'eau et elle augmente à mesure que l'on s'éloigne de la côte. Du côté anglais, où les observations sont plus nombreuses, l'accroissement de la transparence est régulier et augmente lentement jusqu'à 20^m ou 21^m, maximum observé dans tout le milieu de la Manche, pour la région considérée.

3. Près des côtes, la transparence est environ deux fois plus grande du côté français que du côté anglais. Le phénomène est probablement attribuable au choix des marées qui, venant de l'Atlantique, heurtent plus directement les côtes anglaises et y opèrent une abrasion plus violente que sur les côtes françaises. Les premières, au moins dans leur portion crétacée, seraient donc plus usées par la mer que les secondes.

4. L'agitation de la mer gêne l'observation de la transparence; mais, dans la Manche, sauf peut-être par véritable mauvais temps, alors que les mesures deviennent impossibles, au moins par les procédés habituels, elle ne modifie pas la valeur trouvée.

5. La nébulosité n'exerce aucune influence sensible sur la transparence de l'eau de mer.

6. La transparence augmente avec la température; mais, dans la Manche, cet effet est beaucoup moins actif que celui de l'éloignement de la côte.

7. La couleur de la mer paraît changer selon les saisons, dans le milieu de la Manche, à partir de 10 milles de la côte anglaise et à 5 milles de la côte française; de IV en hiver, elle oscille entre II et III en été. En d'autres termes, l'eau tirerait davantage sur le bleu à mesure que sa température s'élève.

8. Dans les grands fonds (30^m à 50^m), la couleur de la Manche est sensiblement constante dans une même saison et ne se modifie qu'à l'atterrissage.

9. La transparence et la couleur varient indépendamment l'une de l'autre.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 OCTOBRE 1907.

Traité élémentaire de Chimie organique, par M. BERTHELOT, Membre de l'Institut, et E. JUNGFLEISCH; 4e édition, avec de nombreuses figures, revue et considérablement augmentée; Tome I. Second tirage avec corrections et additions. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Jungfleisch.)

L'Œuvre du P. Colin à Madagascar, 1889-1906 : *Exposé analytique*. S. l. n. d. 1 fasc. in-4°.

Travaux magnétiques à Tananarive, ville et banlieue, par M. Ed.-El. Colin. (Extr. des *Comptes rendus,* séance du 24 décembre 1906.) 1 fasc. in-4°.

Observations magnétiques à Tananarive, par M. Ed.-El. Colin. (Extr. des *Comptes rendus,* séance du 3 juin 1907.) 1 fasc. in-4°.

Sur les équations d'ordre nomographique 3 *et* 4, par M. Maurice d'Ocagne. (Extr. du *Bulletin de la Société mathématique de France,* t. XXXV, 1907.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Note sur les titres et travaux scientifiques de M. F. Gonnessiat; octobre 1907. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-8°.

Mathematische und mikroskopisch-anatomische Studien über Blattstellungen nebst Betrachtungen über den Schalenbau der Miliolinen, von G. van Iterson jun., mit 16 Tafeln und 110 Textfiguren. Iéna, Gustav Fischer, 1907; 1 vol. in-8°.

L'evoluzione minerale messa in dubbio dal prof. Giuseppe Mercalli. Nota del prof. Leonardo Ricciardi. (Extr. du *Boll. della Soc. di Nat. in Napoli;* t. XXI, 1907.) Naples; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The discovery of San Francisco bay and the rediscovery of the port of Monterey. by George Davidson. (Extr. des *Transactions and Proceedings of the geographical Society of the Pacific,* 2e série, t. IV, mai 1907.) San Francisco, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Organization and history of the D.-O. Mills Expedition to the southern hemispher. Introductory account. Description of the instruments and methods. (*Publications of the Lick Observatory*, t. IX, parts 1, 2, 3.) Sacramento, 1907; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 NOVEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Étude comparative des phénols comme agents de parthénogenèse.* Note de MM. **Yves Delage** et **P. de Beauchamp.**

Après avoir établi que l'action d'un acide ou d'un phénol suivie de celle d'une base détermine la parthénogenèse chez l'oursin, et que le tanin agit d'une façon beaucoup plus énergique et plus constante que l'un ou l'autre, nous avons entrepris, dans le but d'élucider l'influence quasi spécifique de ce dernier corps, quelques expériences dont nous donnons ici les premiers résultats. Nous nous sommes adressés aux substances chimiquement les plus voisines du tanin, les phénols et acides-phénols les plus usuels dérivés du noyau benzénique; les expériences ont été faites avec des doses rigoureusement équivalentes de ces corps et principalement, mais non uniquement, dans des solutions isotoniques, d'ailleurs variées : eau de mer naturelle et artificielle avec sucre, NaCl avec sucre, NaCl pur, sucre pur.

Ces solutions se montrent inégalement favorables, mais les différences entre les substances expérimentées demeurent les mêmes avec chaque réactif : les moins actifs ne donnent que dans les meilleures solutions, et peu abondamment, les plus actifs donnent dans toutes, et très abondamment dans les meilleures. Grâce à la constance du résultat, c'est même là un facteur de classement préférable à l'abondance relative des éclosions, comme plus facile à apprécier. Enfin, il a été constaté que la substitution comme base, à l'ammoniaque, de la soude et de la chaux donne, ainsi qu'avec le tanin, des résultats inférieurs, mais du même ordre.

1° *Phénols.* — Comme il a été dit dans une Note antérieure de l'un de

nous, le *phénol* proprement dit et son dérivé trinitré, l'*acide picrique*, donnent des résultats, mais très médiocres, le second, plus acide, étant le meilleur.

Parmi les trois diphénols du benzène, la *résorcine* est sans comparaison le plus actif : elle donne toujours, parfois presque autant que le tanin. La *pyrocatéchine* donne quelquefois des éclosions très médiocres ou des segmentations irrégulières, l'*hydroquinone* jamais rien. L'*orcine*, homologue supérieur de la résorcine, donne comme elle, parfois même un peu mieux.

Dans les triphénols nous en trouvons également un supérieur aux autres : c'est la *phloroglucine*, à peu près équivalente à la résorcine. Le *pyrogallol* et l'*oxyhydroquinone*, très inférieurs à elle, sont néanmoins meilleurs que les deux autres diphénols. Pouvons-nous rattacher ces résultats à la constitution moléculaire des substances qui les produisent? La résorcine, seul diphénol pratiquement actif, est le *métadiphénol* (OH, OH). Or il suffit d'un coup d'œil sur les formules pour constater que les trois triphénols, tous trois actifs, renferment les deux oxhydriles de la résorcine. Le pyrogallol (OH, OH, OH) et l'oxyhydroquinone (OH, OH, OH) ont leur troisième oxhydrile dans une position qui n'a rien de particulier, mais la phloroglucine (OH, OH, OH), qui est de beaucoup le meilleur, l'a dans une position symétrique par rapport au second qu'il double en quelque sorte. S'il n'y a là qu'une coïncidence, elle est tout au moins remarquable et méritait d'être signalée : *l'action sur la parthénogenèse semble donc fonction de la position de deux oxhydriles en méta-*.

Pour tous ces corps il est indifférent de faire l'alcalinisation d'emblée ou au bout de 5 minutes seulement; on observe souvent des différences, mais absolument inconstantes d'un corps et d'une expérience à l'autre.

2° *Acides-phénols*. — Ces expériences n'ont pu malheureusement être poussées très loin; elles rencontrent un grave obstacle dans la faible solubilité de la plupart de ces corps en milieu aqueux [1]. Quelques faits néan-

---

[1] C'est également son insolubilité qui a empêché d'étudier, comme il eût été

moins peuvent être mis en lumière : l'*acide salicylique* (COOH, OH sur noyau benzénique) et l'*acide vanillique* (COOH, OCH^3, OH sur noyau benzénique) donnent des résultats très médiocres, de l'ordre de ceux du phénol simple. Pour l'*acide protocatéchique* (COOH, OH, OH sur noyau benzénique) et surtout l'*acide gallique* (COOH, OH, OH, OH sur noyau benzénique) ils sont meilleurs et plus constants.

Tous ces acides donnent des résultats à peu près équivalents, avec les flottements habituels, qu'on les neutralise au bout de 5 minutes, qu'on leur ajoute d'emblée une quantité d'ammoniaque suffisante pour neutraliser la fonction acide seule, le reste au bout de 5 minutes, ou qu'on les neutralise entièrement d'emblée. (On a vu que les acides ordinaires ne donnent, comme il était à prévoir, rien dans ce dernier cas.) Tout ceci porterait à croire qu'ils agissent plutôt par leurs fonctions phénols. Notons, toutefois, que l'acide protocatéchique et l'acide gallique ont les groupements phénoliques de la pyrocatéchine et du pyrogallol, corps peu actifs, et agissent beaucoup mieux qu'eux. Il serait nécessaire d'étendre les expériences à une série d'autres corps pour se rendre compte des modifications dues à l'introduction d'autres fonctions dans la molécule.

Nous pouvons, d'après les données précédentes, préciser un peu, par élimination tout au moins, la nature de l'action spéciale du tanin. Tout d'abord, elle n'est pas due à la simple réunion des fonctions acide et phénol dans la molécule : la résorcine et l'orcine, simples diphénols, sont au moins aussi actifs que l'acide gallique, triphénol et acide, et celui-ci reste toujours très inférieur au tanin qu'on en fait souvent dériver par simple

intéressant de le faire, l'*acide benzoïque,* type des acides aromatiques simples. On sait que plusieurs acides gras, les acides formique, acétique, oxalique, ont pu être employés avec succès.

éthérification. Il faut ici se souvenir que le tanin du commerce renferme bien d'autres choses, notamment des glucosides de ce corps, et que l'état physique de sa solution a peut-être aussi un rôle.

D'autre part, quand on voit avec quelle rapidité le tannate d'ammoniaque noircit en absorbant l'oxygène de l'air, il peut venir à l'idée d'attribuer son action à quelque catalyse ou transport d'oxygène, ce qui nous rapprocherait de l'hypothèse de Loeb; mais l'étude des phénols montre que ceux qui ont la même propriété au plus haut degré, pyrocatéchine, hydroquinone, pyrogallol, sont précisément les moins actifs, tandis que la résorcine et la phloroglucine, qui ne l'ont que peu ou point, sont au contraire très actifs.

L'activité des phénols n'est nullement proportionnelle à leur affinite pour l'oxygène (1). Le serait-elle à leur pouvoir coagulant? C'est ce qu'il serait intéressant de déterminer par expérience directe; notons toutefois que plusieurs acides minéraux, qui sont de puissants coagulants : acides chromique, phosphomolybdique, phosphotungstique, se sont montrés nettement inférieurs à l'acide chlorhydrique par exemple.

Enfin, on peut se demander quel rôle joue le saccharose dans les solutions qui en renferment et qui sont toujours, plus encore qu'avec le tanin, très supérieures aux autres. En fait, plusieurs corps, comme le pyrogallol et l'oxyhydroquinone, ne nous ont jamais donné de résultats qu'en solution sucrée, et ces résultats ont été d'autant meilleurs, semble-t-il, que la solution renfermait plus de sucre. Le sucre favorise-t-il simplement l'action du phénol, quel qu'il soit, en diluant les électrolytes ou de toute autre façon indéterminée, ou n'intervient-il pas lui-même par ses fonctions diverses qui se combineraient à celles de l'agent actif? Cette dernière hypothèse n'est pas improbable.

---

(1) Dans le même ordre d'idées, l'action si remarquable, constatée l'année dernière, du chlorure de nickel, surtout en présence d'un peu de sulfite de soude qui détermine un léger précipité opalescent, pouvait recevoir une interprétation du même genre, ce corps ayant tendance à former des protoxydes ou sels basiques très facilement oxydables. Une Communication récente de M. Job (*Comptes rendus,* séance du 10 juin 1907) nous a conduits à essayer, concurremment au chlorure, l'acétate de nickel ordinaire et l'acétate basique obtenu par le procédé de cet auteur. Ce dernier n'a donné que des résultats insignifiants; l'acétate normal semble à peu près équivalent au chlorure, mais à dose plus faible, et fonctionne mieux en l'absence de sulfite. Tous ces faits sont peu favorables à l'idée d'une catalyse d'oxygène.

MÉDECINE. — *Contribution à la thérapeutique des trypanosomiases.* Note de MM. **A. Laveran** et **A. Thiroux.**

L'emploi des médications en usage dans les trypanosomiases, de la médication atoxylique en particulier, ayant donné des mécomptes, les chercheurs se sont remis au travail.

Moore, Nierenstein et Todd ont préconisé une médication mixte par l'atoxyl et le mercure (sublimé ou iodure de mercure) qui a donné de bons résultats dans le traitement du Nagana chez les rats [1]

Loeffler et Rühs ont remis en honneur l'acide arsénieux qui avait été délaissé pour l'atoxyl [2]. D'après ces observateurs, on guérirait sûrement les cobayes infectés de Nagana en leur faisant ingérer, à 5 jours d'intervalle, 5 doses d'acide arsénieux; la dose efficace (par ingestion) serait de 6^{mg} par kilogramme d'animal. La solution employée était une solution à 1 pour 1000. Les auteurs ont aussi fait des injections intra-péritonéales de la solution d'acide arsénieux, en diminuant les doses.

Nous avons répété les expériences de MM. Moore, Nierenstein et Todd sur des cobayes infectés de Surra. Le traitement mixte par l'atoxyl et le biiodure de mercure ou le sublimé a donné, chez ces animaux, 3 guérisons sur 12, tandis que le traitement par l'atoxyl seul ne donnait aucun cas de guérison.

La toxicité des sels de mercure constitue un grave inconvénient de cette médication, attendu que les doses efficaces sont voisines des doses toxiques. 5 de nos animaux, sur 12, sont morts intoxiqués; les injections de sublimé ont en outre l'inconvénient de produire de graves accidents locaux aux points d'inoculation : plaques gangréneuses, abcès, et des gangrènes des doigts aux extrémités postérieures.

Le traitement mixte par l'atoxyl et les sels de mercure, s'il ne donne pas des résultats toujours satisfaisants, paraît toutefois supérieur au traitement par l'atoxyl seul.

Nous avons répété également les expériences de Loeffler et Rühs; les résultats que nous avons obtenus ont été peu favorables [3].

---

(1) B. Moore, M. Nierenstein et J.-L. Todd, *Annals of trop. med. a. parasitology*, juin 1907.

(2) F. Loeffler et K. Ruhs, *Deutsche med. Wochenschr.*, 1907, n° 34.

(3) Nous avons montré déjà (*Comptes rendus*, 30 septembre 1907) que l'acide

Sur 7 cobayes infectés de trypanosomes, traités par ingestion de la solution d'acide arsénieux ([1]) tous les 5 jours, aux doses indiquées par Loeffler et Rühs, 4 sont morts intoxiqués, chez les 3 autres il y a eu rechute; dans deux cas les rechutes se sont produites 28 et 30 jours après la dernière ingestion d'acide arsénieux. Il est probable que Loeffler et Rühs n'ont pas suivi leurs animaux assez longtemps après la disparition des trypanosomes ([2]).

Chez 8 cobayes, les ingestions d'acide arsénieux ont été faites à 48 heures ou même à 24 heures d'intervalle, les résultats ne sont pas encore entièrement connus.

Les injections intra-péritonéales d'acide arsénieux nous ont semblé peu pratiques. Sur trois cobayes ainsi traités, deux sont morts intoxiqués; le troisième a eu une rechute rapide de trypanosomiase après la deuxième injection.

MM. Loeffler et Rühs ont tiré de leurs expériences des conclusions trop favorables à l'emploi exclusif de l'acide arsénieux; leur travail n'en est pas moins fort intéressant; il montre, en effet, que l'administration des arsénicaux par les voies digestives peut rendre de grands services dans le traitement des trypanosomiases.

L'atoxyl et l'acide arsénieux employés seuls dans le traitement des trypanosomiases ne donnant que des résultats incomplets, nous avons soumis des animaux à des médications mixtes, avec des composés arsénicaux différents, dans l'espoir que l'action exercée par un des composés sur les trypanosomes pourrait être complétée par l'autre.

Déjà Loeffler et Rühs avaient expérimenté une solution d'arsénite de soude et d'atoxyl (parties égales), mais à cette préparation, très toxique, les auteurs avaient préféré la solution simple d'acide arsénieux.

Nous avons institué des expériences avec l'atoxyl et le trisulfure d'ar-

---

arsénieux n'avait pas, contre les trypanosomiases, le pouvoir préventif qui lui a été attribué par MM. Loeffler et Rühs, nous ne reviendrons pas sur ce point.

([1]) Nous avons préparé la solution d'acide arsénieux d'après la formule de Loeffler et Rühs, bien que nous ne voyons pas en quoi consiste l'avantage de ce mode de préparation sur la simple dissolution d'acide arsénieux à 1 pour 1000 connue sous le nom de *liqueur de Boudin*.

([2]) Pour qu'on puisse déclarer qu'un cobaye ou qu'un rat est guéri de Nagana ou de Surra, il faut, croyons-nous, que, après cessation du traitement, l'examen du sang ait été négatif pendant 50 à 60 jours au moins. La disparition de l'agglutination des globules du sang est aussi un bon signe de guérison.

senic, avec l'atoxyl et l'iodure d'arsenic, enfin avec l'atoxyl et l'acide arsénieux. Les expériences faites avec l'atoxyl et le trisulfure d'arsenic en solution colloïdale sont seules assez avancées pour qu'il nous soit possible d'en rendre compte.

Le trisulfure d'arsenic colloïdal que nous avons employé a été obtenu en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré dans une solution d'acide asénieux; 1^{cm^3} du produit contient 9^{mg} de trisulfure d'arsenic. La solution colloïdale employée pure, en injections hypodermiques ou intra-musculaires, produit des gangrènes; mais, diluée à 1 pour 10, elle peut être injectée sans inconvénient dans les muscles.

La dose de trisulfure d'arsenic qui peut être administrée à un cobaye de 400^g environ, en injection intra-musculaire, est de $4^{mg},5$. Des rats de 200^g ont supporté des doses de $3^{mg},5$ de trisulfure.

Le trisulfure d'arsenic a sur les trypanosomes une action remarquable.

Trois cobayes fortement infectés de Surra ont guéri après avoir reçu, le premier, une seule dose de $4^{mg},5$ de trisulfure; les deux autres, deux fois la même dose à 7 jours d'intervalle. Les trypanosomes ont disparu du sang chez ces animaux depuis 64 et 68 jours. Mais, dans d'autres cas, le traitement par le trisulfure seul a été suivi de rechutes, comme les traitements par l'atoxyl seul ou par l'acide arsénieux seul.

La médication mixte par l'atoxyl et le trisulfure d'arsenic nous a donné de très bons résultats chez les cobayes et chez les rats.

Un cobaye infecté de Surra a guéri après avoir reçu deux injections simultanées, l'une d'atoxyl (1^{cg}), l'autre de trisulfure d'arsenic ($3^{mg},6$); depuis plus de 60 jours, les trypanosomes ont disparu du sang.

Les injections alternatives, à 48 heures ou à 5 jours d'intervalle, par exemple, qui exposent moins à l'intoxication, paraissent préférables à l'inoculation simultanée des deux médicaments.

Deux cobayes infectés de Surra, traités tous les 5 jours par des injections alternatives d'atoxyl (2^{cg}) et de trisulfure d'arsenic ($4^{mg},5$), paraissent guéris après deux injections de chaque sorte. Depuis plus de 60 jours les trypanosomes ont disparu du sang.

De six rats infectés de Surra, traités par les injections alternatives d'atoxyl et de trisulfure d'arsenic, deux n'ont pas montré de trypanosomes depuis plus de 60 jours et peuvent être considérés comme guéris; un n'a pas montré de trypanosomes depuis 50 jours; deux sont morts de complications (paraplégie, abcès provoqués par l'injection d'une solution trop

concentrée de trisulfure); le dernier a eu des abcès qui ont empêché de continuer la médication mixte.

Afin d'éviter les accidents locaux produits par les injections intra-musculaires de trisulfure d'arsenic (accidents que l'on peut d'ailleurs atténuer dans une large mesure en diluant suffisamment la solution) nous avons essayé d'administrer le trisulfure à l'intérieur. L'emploi des pilules d'orpiment nous a donné de très bons résultats, mais nos expériences ne sont pas encore assez avancées pour que nous puissions conclure. On peut faire prendre impunément au cobaye, par la voie stomacale et sous la forme d'orpiment solide, trois à quatre fois plus de trisulfure d'arsenic que par la voie hypodermique, en solution colloïdale.

Il nous paraît ressortir des faits résumés dans cette Note que, dans le traitement des trypanosomiases, il y a avantage à associer deux préparations arsénicales telles que l'atoxyl et le trisulfure d'arsenic. Des recherches complémentaires seront nécessaires pour déterminer quelle est l'association la meilleure et quel est le mode d'emploi qui doit être préféré.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le sucre du plasma sanguin.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

Il importe, au point de vue biologique, de déterminer la teneur en sucre du plasma sanguin, car c'est le plasma qui va aux tissus, et non le sang tout entier. Cette détermination est des plus difficiles.

On admet, depuis C. Ludwig, que 1000^g de sérum renferment plus de sucre que 1000^g de sang. Mais cette donnée, d'ailleurs exacte, ne reposait, jusqu'à nos travaux de ces dernières années, que sur une base des plus fragiles; car on ignorait que, pendant la durée de la centrifugation nécessaire pour obtenir le sérum, il se dégage dans ce liquide, aux dépens du sucre virtuel (glycosides) du sang, une quantité variable, parfois énorme de sucre [1]. L'addition au sang, à sa sortie du vaisseau, de substances anticoagulantes n'empêche pas ce phénomène perturbateur. On ignorait, d'autre part, la glycolyse. Aussi tous les dosages de sucre faits jusqu'ici, soit dans les globules, soit dans le sérum, sont-ils des plus suspects. Il faut même les

(1) Nous avons dit (*Comptes rendus*, 13 mai 1907) que, le plus souvent, tout le sucre est dégagé au bout de 15 minutes.

considérer comme foncièrement inexacts, sauf dans les cas fort rares où, par suite de circonstances accidentelles, des erreurs, de sens opposé, se sont compensées. Pour obtenir des résultats de quelque valeur, nous conseillons actuellement la méthode suivante :

On reçoit simultanément du sang dans une solution de nitrate acide de mercure et dans une éprouvette, que l'on centrifuge immédiatement, à 3000 tours, pendant 3 minutes. Puis, dès qu'elle est au repos, on recueille avec une pipette quelques centimètres cubes de sérum, et on les verse dans une solution de nitrate acide Hg. Il est essentiel de procéder vite, afin d'éviter, autant que possible, le dégagement de sucre. Nous avons essayé de refroidir le sang avant de le centrifuger. Mais la réfrigération augmente le dégagement du sucre, soit parce qu'elle exige du temps, soit parce qu'elle exalte la vitalité cellulaire, comme l'a montré, en 1888, M. Dastre, pour les cellules hépatiques.

On remarquera que nous évitons l'addition de substances anticoagulantes; car, ainsi que nous l'avons déjà signalé pour le fluorure de sodium ([1]), elles modifient beaucoup la teneur réciproque en sucre des globules et du sérum ([2]).

Malgré la rapidité avec laquelle on opère, il faut se méfier du dégagement de sucre dans le sérum, et tâcher de contrôler sa teneur en sucre indiquée par le dosage.

Si l'on détermine le volume des globules et celui du sérum à l'aide d'une centrifugation spéciale ([3]), et si l'on dose le sucre des globules, celui-ci, *plus* le sucre du plasma, doit, théoriquement, égaler le sucre dn sang. Mais il s'en faut qu'on obtienne souvent cette coïncidence, parce que, surtout dans la couche supérieure des globules, il se dégage beaucoup de sucre. De plus, si la centrifugation est courte, il reste du plasma dans la couche globulaire ([4]); si elle est plus longue que nous l'avons recommandé, la glycolyse intervient déjà dans la couche supérieure des globules.

Sans doser le sucre contenu dans ces derniers (on vient d'en voir la diffi-

---

([1]) *Comptes rendus,* 15 octobre 1906, en note.

([2]) Nous n'avons pas encore essayé l'emploi de l'extrait de sangsues.

([3]) Nous l'obtenons très exactement en additionnant, dans un tube cylindrique assez étroit, un volume connu de sang d'un égal volume d'une solution légèrement hypertonique d'oxalate de potasse, et en centrifugeant un temps suffisant pour que le volume des globules ne diminue plus.

([4]) Il n'en reste pas dans la couche inférieure. Aussi, avons-nous souvent employé seulement cette couche pour nos dosages.

culté) on peut, par le calcul, s'assurer au moins que le chiffre du sucre du sérum n'est pas paradoxal : on se rappelle, en effet, que nous avons établi la formule suivante (¹) :

$$g = \frac{1000 S - pV}{V'},$$

dans laquelle S représente le sucre de 1000^g de sang, p celui de 1000^g de plasma, g celui de 1000^g de globules, V le volume du plasma et V′ celui des globules. Voici un exemple de résultat paradoxal :

Chien 2706, ayant reçu en 20 minutes, dans la jugulaire, une solution hypertonique de 1^g de glycose par kilogramme de poids vif. Un quart d'heure après :

Sucre du sang pour 1000	2,53
Sucre du sérum pour 1000	4,05

Volume des globules : 33 pour 100.

En multipliant 4,05 par 67 (volume du sérum), on obtient 2,71 > 2,53. Donc 4,05 est trop fort, par suite du dégagement de sucre. Cette expérience est à rejeter.

Les résultats qui suivent nous paraissent au contraire très satisfaisants.

Chien 2707, bien portant :

Sucre du sang pour 1000	1,06
Sucre du sérum pour 1000	1,48

Volume des globules : 46 pour 100.

Le calcul donne 0^g,56 de sucre pour 1000^g de globules.

On injecte à ce chien en 20 minutes, dans la jugulaire, une solution hypertonique de 1^g de glycose par kilogramme de poids vif. Un quart d'heure après :

Sucre du sang pour 1000	2,00
Sucre du sérum pour 1000	2,80

Volume des globules : 42 pour 100.

Le calcul donne 0^g,89 de sucre pour 1000^g de globules.

En ne tenant compte que de celles de nos expériences qui nous paraissent irréprochables, et dont le nombre est déjà assez élevé, nous trouvons que le sucre du sang dépasse parfois 90 pour 100 du sucre du sérum, et que, souvent, dans le cas d'hypoglycémie, il tombe bien au-dessous de 60 pour 100. Vu les conditions de rapidité dans lesquelles nous obtenons le sérum dans les expériences bien réussies, nous croyons que son sucre ne diffère pas de

(¹) *Comptes rendus*, 17 juillet 1905.

celui du plasma circulant. Aussi concluons-nous que le dosage du sucre du sang ne donne qu'une approximation assez lointaine sur la proportion de sucre apportée aux tissus.

M. **J.-René Benoit** fait hommage à l'Académie du Tome XIII des *Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le Tome I (premier fascicule) de la *Flore génerale de l'Indo-Chine*, publiée sous la direction de M. H. Lecomte.

M. **Luc Picart**, Directeur de l'Observatoire de Bordeaux, présente le Tome II du *Catalogue photographique de l'Observatoire de Bordeaux*.

Ce Volume comprend deux fascicules : le premier contient les coordonnées rectilignes de 40477 étoiles comprises dans la zone $+15°$ à $+17°$; le second fascicule est relatif aux observations photographiques de la planète Eros; dans une brève introduction, M. Kroun, aide-astronome à l'Observatoire de Bordeaux, discute la précision des résultats obtenus; cette précision est des plus satisfaisante, puisque M. Hinks, dans ses recherches sur la parallaxe solaire, a retenu toutes les observations faites à Bordeaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le deuxième trimestre de* 1907. Note de M. **J. Guillaume**, transmise par M. Mascart.

Il y a eu 48 jours d'observation pendant ce trimestre et voici les principaux faits qui s'en déduisent :

Taches. — Comparativement aux résultats exposés précédemment (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1090), on constate une diminution d'environ $\frac{1}{2}$ en ce qui concerne le nombre des groupes (37 au lieu de 69) et de $\frac{2}{5}$ pour leur surface totale (4816 millioniémes au lieu de 8050).

Trois groupes ont été visibles à l'œil nu; ce sont les suivants du Tableau I :

Avril..................	6,6	à +12°	de latitude
Mai..................	9,9	−13	»
Juin..................	19,7	−14	»

A la suite du dernier groupe, qui a été beaucoup plus important que les deux premiers, le disque solaire a présenté une accalmie complète, quant à la production des taches, sur une étendue de 155° de longitude héliographique.

La diminution des groupes de taches a été beaucoup plus forte dans l'hémisphère boréal (23) que dans l'autre hémisphère (9), et leur répartition s'est équilibrée avec 18 groupes au Sud de l'équateur et 19 au Nord.

Régions d'activité. — Le nombre des groupes de facules est peu différent de celui du premier trimestre (93 au lieu de 90), mais leur surface totale a légèrement diminué (121,1 millièmes au lieu de 132,9).

Dans leur répartition entre les deux hémisphères, on note 18 groupes en plus au Sud (51 au lieu de 33) et 15 en moins au Nord (42 au lieu de 57).

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		1907. Avril. — 0,00.			
29- 8	5	4,3		+12	59
2-10	5	4,8		+15	151
2-11	6	6,6		+12	713
2- 6	2	6,8	−10		14
2-11	6	8,3	−17		57
8-11	4	11,1	− 5		10
6-15	6	11,3	−14		50
15-18	3	12,8	−11		229
18	1	17,0		+10	4
19-20	2	18,5	−11		8
18-24	6	23,8		+13	23
19-29	6	25,4		+ 8	155
22-23	2	26,4		+22	13
24-29	2	27,0		+ 7	37
2- 3	2	30,8	−22		9
	15 j.		−12°,9	+12°,4	
		Mai. — 0,00.			
3	1	4,0		+10	2
3- 9	4	4,1	− 9		189
7- 9	2	5,4		+15	33
3-15	10	9,9	−13		530
9-15	7	10,0		+ 4	313
		Mai (suite).			
11-18	8	15,1	−12		44
17	1	17,6		+13	3
14-17	4	20,0		+ 8	31
18	1	20,8		+12	5
16-18	3	22,2		+ 8	90
18	1	22,3	−12		2
1	1	30,8	− 6		3
30-31	2	31,1		+12	4
6	1	31,4	−20		28
	16 j.		−12°,0	+10°,3	
		Juin. — 0,00.			
30- 8	7	4,2	−16		78
4- 6	3	5,2	−11		5
4- 5	2	7,6		+13	12
5- 6	2	10,8	−12		20
15-17	2	14,8		+ 8	5
10-19	7	15,5	−20		50
10-20	8	15,9		+11	46
15-24	8	19,7	−14		1791
	17 j.		−14°,6	+ 9°,8	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1907.	Sud. 90°–40°	Sud. 40°–30°	Sud. 30°–20°	Sud. 20°–10°	Sud. 10°–0°	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°–10°	Nord. 10°–20°	Nord. 20°–30°	Nord. 30°–40°	Nord. 40°–90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril	»	»	1	4	2	7	8	3	4	1	»	»	15	1532
Mai	»	»	»	4	2	6	8	4	4	»	»	»	14	1277
Juin	»	»	»	5	»	5	3	1	2	»	»	»	8	2007
Totaux ...	»	»	1	13	4	18	19	8	10	1	»	»	37	4816

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1907.	Sud. 90°–40°	Sud. 40°–30°	Sud. 30°–20°	Sud. 20°–10°	Sud. 10°–0°	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°–10°	Nord. 10°–20°	Nord. 20°–30°	Nord. 30°–40°	Nord. 40°–90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril	»	»	4	12	3	19	15	2	9	4	»	»	34	46,3
Mai	»	1	3	8	5	17	14	5	9	»	»	»	31	42,4
Juin	»	2	2	8	3	15	13	4	8	1	»	»	28	32,4
Totaux ...	»	3	9	28	11	51	42	11	26	5	»	»	93	121,1

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces hyperelliptiques.* Note de MM. G. Bagnera et M. de Franchis.

Appelons *surface hyperelliptique* toute surface S, dont les coordonnées d'un point sont des fonctions quadruplement périodiques méromorphes de deux paramètres u, v, et telle de plus qu'à un point réponde, aux périodes près, un seul couple u, v. Un problème important dans la théorie de ces surfaces est le suivant :

Trouver tous les groupes d'ordre fini formés par des transformations d'une surface hyperelliptique, S, *en elle-même.*

A chacun de ces groupes correspond sur S une *involution ;* une surface Σ est dite l'image de celle-ci, s'il y a, entre les points de Σ et les groupes de points de l'involution, une correspondance [1, 1].

Nous avons réussi à obtenir toutes ces involutions : si l'on exclut celles qui ont pour images des surfaces rationnelles, ou des surfaces réglées elliptiques, la classification comprend *trente types* (1); elle a été indiquée par nous dans deux Notes présentées à la *R. Accademia dei Lincei* (7 et 21 avril

(1) Les types de groupes ne sont considérés ici qu'à des substitutions près de la forme $u' = u + c$; $v' = v + c'$.

1907), et sur lesquelles nous revenons aujourd'hui pour les compléter.

1° *Pour les sept premiers types, les images sont des surfaces de genre géométrique zéro et de genre arithmétique* — 1, possédant un faisceau elliptique de courbes elliptiques. Réciproquement, toute surface de genre zéro possédant un tel faisceau est l'image d'une involution de l'un des sept premiers types.

Deux seulement des surfaces images équivalent à des plans doubles, c'est-à-dire à des surfaces $z^2 = \psi(x, y)$. Les courbes de diramation, $\psi = 0$, sont alors les suivantes, à une transformation Cremona près :

a. Quatre droites concourant en un point O, et deux cubiques quelconques, appartenant au faisceau dont une première courbe est formée par les trois premières droites, et une seconde par la quatrième droite jointe à une droite double arbitraire, ne passant pas par O.

b. Une conique, les six côtés d'un quadrangle inscrit, et une courbe du sixième ordre ayant pour points doubles les sommets et les points diagonaux du quadrangle, ayant en outre un tacnode en un des points communs à une diagonale et à la conique, avec la tangente en ce point à la conique pour tangente tacnodale.

Les surfaces images des cinq autres types se définissent aisément par leurs équations.

2° *Les trois types suivants ont pour images des surfaces régulières de genre zéro et de bigenre un, équivalentes à des plans doubles.*

La courbe de diramation se caractérise simplement dans chaque cas. Par exemple, pour un des types, c'est l'ensemble de deux coniques bitangentes, de leurs tangentes communes et de deux droites issues du point de concours de celles-ci. Pour un autre type, c'est l'ensemble de deux couples de droites, d'une conique passant par les quatre points (distincts) communs à ces deux couples, et d'une quartique contenant ces quatre points, et ayant pour points doubles les points diagonaux du quadrangle.

3° *Les vingt types restants ont pour images des surfaces régulières de genre un.*

L'image du premier type est la surface bien connue sur laquelle à un même point correspondent les couples d'arguments u, v et $-u$, $-v$; cette surface équivaut, dans tous les cas, à une surface d'ordre quatre, à douze points doubles au moins, liés à une certaine configuration de courbes rationnelles.

Les dix-neuf derniers types d'involutions ne peuvent exister que sur des surfaces hyperelliptiques S doublement ou triplement singulières.

Trois d'entre eux, qui sont d'ailleurs *cycliques*, et respectivement d'ordres 3, 4 et 6, existent sur des surfaces S *doublement* singulières, et *qui peuvent n'être pas elliptiques*.

Les *seize* autres types, où les ordres sont 8, 12, 24, donnent des groupes en isomorphisme [1, 2] avec les groupes diédriques d'ordres 4 et 6, et avec le groupe du tétraèdre; les involutions correspondantes ne peuvent exister que sur des surfaces S *triplement* singulières.

Pour chacun des trente types, nous donnons le Tableau de période correspondant, ainsi que les substitutions linéaires en u, v qui forment le groupe : *le problème peut être, à ce point de vue, considéré comme résolu*. Il en est autrement de la détermination *effective* des surfaces images. La difficulté provient alors (et spécialement dans les trois cas cycliques précédents où l'on ne peut introduire les fonctions elliptiques) de ce que les Tableaux de période contiennent des entiers arbitraires dont la variation entraîne, en général, celle des Tableaux de périodes *normales;* celle des systèmes de relations singulières entre ces périodes; celle, enfin, des *indices des transformations singulières* contenues dans le groupe.

Si l'on se borne aux groupes ne contenant que des *transformations ordinaires*, la difficulté disparaît.

Nous pouvons dire toutefois que les surfaces images, dans les dix-neuf derniers types, peuvent toujours se réduire à des surfaces d'ordre 4, à points doubles, et, par conséquent, à des plans doubles, avec courbe de diramation d'ordre 6.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions adjointes de M. Buhl.* Note de M. C. **Popovici**, présentée par M. Poincaré.

M. Buhl, dans une Note (*Comptes rendus*, 11 février 1901) et dans sa thèse (*Les équations différentielles simultanées et la forme adjointe*), a traité le problème suivant :

Trouver quelles sont les formes linéaires

$$Y(\Phi)=\sum Y_i\frac{\partial\Phi}{\partial x_i}$$

qui transforment les unes dans les autres les intégrales d'un système simultané

$$(X)\qquad \frac{dx_1}{X_1}=\ldots=\frac{dx_n}{X_n}.$$

Il a trouvé que les fonctions Y qu'il appelle *fonctions adjointes* doivent satisfaire aux équations

$$(1) \qquad \begin{cases} X(Y_k) = Y(X_k) \\ X(F) = \sum X_i \dfrac{\partial F}{\partial x_i} \end{cases} \qquad (k = 1, \ldots, n).$$

En même temps, M. de Donder et enfin M. Saltykov ont retrouvé des résultats de M. Buhl à l'occasion d'autres recherches [1].

M. Appell, en employant la méthode de Liouville, a déduit inversement le théorème de M. Buhl du théorème de Poisson [2].

On remarquera que les fonctions adjointes de M. Buhl ne sont autres que les coefficients des équations aux variations de M. Poincaré, qui jouent un si grand rôle dans la formation des invariants intégraux [3].

Aux résultats trouvés par M. Buhl j'ai à ajouter les observations suivantes :

1° Les équations (1) ne donnent pas la solution la plus générale du problème.

En effet, formons l'expression

$$XY(\Phi) - YX(\Phi) = \sum [X(Y_k) - Y(X_k)] \frac{\partial \Phi}{\partial x_k}.$$

Pour que Φ et $Y(\Phi)$ soient en même temps une intégrale de X, il n'est pas besoin que l'équation du second membre soit identiquement nulle. Il suffit que l'on ait

$$XY(\Phi) - YX(\Phi) = \lambda X(\Phi).$$

Ce qui nous donne pour $Y_1, \ldots, Y_n$ les équations

$$(2) \qquad X(Y_k) - Y(X_k) = \lambda X_k.$$

2° Il était utile de constater la présence de ces équations plus générales (2) auxquelles satisfont les fonctions Y_i; car, si les formes les plus générales $Y(\Phi)$ qui transforment les unes dans les autres les intégrales d'une équation $X(\Phi)$ doivent être en involution avec celle-ci [d'après les équations (1)], alors il

---

(1) *Sur les invariants intégraux* (*Circolo matematico di Palermo*, 1901 et 1902); *Sur les transformations infinitésimales* (*Journal de Mathématiques*, 1905).

(2) *Un nouveau théorème de M. Buhl et le théorème de Poisson* (*Comptes rendus*, août 1901).

(3) *Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste* (t. I et III).

en résultera que ces formes ne transforment plus les intégrales de l'équation $\rho X(\Phi)$ qui sont les mêmes.

3° M. Buhl ne donne pas l'intégrale complète des équations (1), ni une classification des solutions qui est assez intéressante.

Voici comment on peut intégrer les équations (2). Elles nous donnent le système de caractéristiques

$$\frac{dx_i}{X_i} = \frac{dY_k}{Y(X_k) + \lambda(X_k)}.$$

Si l'on prend comme variables x_n et $n-1$ intégrales $u_1, \ldots, u_{n-1}$ supposées connues de l'équation X, ce système se transforme en n équations différentielles ordinaires par rapport à x_n

$$(3) \qquad \frac{dY_i}{dx_n} = \sum_k a_k^i Y_k + a^i.$$

Ce système peut s'intégrer en profitant de cette remarque, à savoir que les équations (2) nous montrent que les équations X et Y admettent $n-2$ intégrales communes. Prenons donc comme variables ces intégrales communes que nous pouvons choisir arbitrairement et que nous désignerons par $u_1, \ldots, u_{n-2}$; désignons par u_{n-1} l'intégrale, prise aussi arbitrairement, et qui satisfait à l'équation $Y(u_{n-1}) = 1$; on aura alors

$$Y(X_k) = \frac{\partial X_k}{\partial u_{n-1}} + \frac{\partial X_k}{\partial x_n} Y_n$$

et le système (3) devient

$$(3') \qquad \frac{dY_i}{dx_n} = \alpha_n^i Y_n + \alpha^i \qquad (i = 1, \ldots, n),$$

ce qui nous donne

$$Y_n = \left(\int \alpha^n e^{\int \alpha_n^n dx_n} dx_n + c \right) e^{\int \alpha_n^n dx_n},$$

et enfin $Y_1, \ldots, Y_{n-1}$ seront données par les équations

$$Y(u_1) = 0, \qquad \ldots, \qquad Y(u_{n-2}) = 0, \qquad Y(u_{n-1}) = 1.$$

Nous voyons donc que le problème dépend de n fonctions arbitraires $u_1, \ldots, u_{n-1}$, c à $n-1$ variables qui sont les intégrales du système (X) et en plus d'une fonction arbitraire λ à n variables $x_1, \ldots, x_n$.

Nous avons donné le moyen de trouver toutes les adjointes d'une classe

donnée λ. Les adjointes de M. Buhl correspondent à la classe particulière $\lambda = 0$.

De la forme des équations (3), il résulte la classification suivante pour les solutions des équations (2) :

Si $Y_1^i, \ldots, Y_n^i$ ($i = 1, \ldots, n+1$) forment un système de $n+1$ solutions particulières des équations (2); alors toute autre solution s'exprimera sous la forme

$$Y_k = H_1(u_1, \ldots, u_{n-1}) Y_k^1 + \ldots + H_{n+1}(u_1, \ldots, u_{n-1}) Y_k^{n+1} \qquad \begin{pmatrix} H_1 + \ldots + H_{n+1} = 1 \\ k = 1, \ldots, n \end{pmatrix},$$

d'où l'expression générale des formes adjointes d'une classe λ

$$Y(\Phi) = H_1(u_1, \ldots, u_{n-1}) Y^1(\Phi) + \ldots + H_{n+1}(u_1, \ldots, u_{n-1}) Y^{n+1}(\Phi) H,$$

avec n fonctions arbitraires parmi les $n+1$ fonctions.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques propriétés des équations intégrales.* Note de M. E. Goursat, présentée par M. Émile Picard.

Les résultats énoncés dans ma dernière Note (21 octobre 1907) peuvent être complétés comme il suit. Je dirai, pour abréger, que deux noyaux $K(x, y)$ et $K'(x, y)$ sont *en involution* si l'on a, quels que soient x et y, les deux relations

$$(1) \qquad \int_0^1 K(x, s) K'(s, y) \, ds = 0,$$

$$(2) \qquad \int_0^1 K(s, y) K'(x, s) \, ds = 0.$$

Soient $D(\lambda)$, $D'(\lambda)$ les fonctions entières associées aux noyaux $K(x, y)$ et $K'(x, y)$, $H(x, y; \lambda)$ et $H'(x, y; \lambda)$ les fonctions résolvantes correspondantes : $H(x, y; \lambda)$, par exemple, a pour expression

$$H(x, y, \lambda) = K(x, y) + \sum_{p=1}^{+\infty} \frac{\lambda^p}{p!} \int_0^1 \int_0^1 \ldots \int_0^1 K\begin{pmatrix} x, & x_1, & \ldots, & x_p \\ y, & x_1, & \ldots, & x_p \end{pmatrix} dx_1, \ldots, dx_p.$$

Cela posé, soient $K(x, y)$ et $K'(x, y)$ deux noyaux en involution. Considérons un troisième noyau

$$K''(x, y) = K(x, y) + K'(x, y),$$

et soient $D''(\lambda)$ et $H''(x, y; \lambda)$ les fonctions de Fredholm correspondantes. *Entre les six fonctions* D, D', D'', H, H', H'' *on a les deux relations*

$$(3) \qquad D''(\lambda) = D(\lambda) \times D'(\lambda),$$

$$(4) \qquad \frac{H''(x, y; \lambda)}{D''(\lambda)} = \frac{H(x, y; \lambda)}{D(\lambda)} + \frac{H'(x, y; \lambda)}{D'(\lambda)};$$

on peut même observer que la relation (3) a lieu pourvu seulement que l'une ou l'autre des relations (1) et (2) soit vérifiée.

La formule (4) permet de trouver la partie principale de la fonction $\frac{H(x, y; \lambda)}{D(\lambda)}$ dans le voisinage d'une racine λ_1 du dénominateur. Soit λ_1 une racine d'ordre n de l'équation $D(\lambda) = 0$; $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n, \psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_n$ étant les fonctions définies dans ma Note précédente, posons

$$F(x, y) = \varphi_1(x)\psi_1(y) + \varphi_2(x)\psi_2(y) + \ldots + \varphi_n(x)\psi_n(y),$$
$$K(x, y) = F(x, y) + K_n(x, y).$$

Il résulte des théorèmes que j'ai énoncés que les deux noyaux $F(x, y)$ et $K_n(x, y)$ sont en involution. Soient $h(x, y; \lambda)$ et $H_n(x, y; \lambda)$ les fonctions résolvantes qui correspondent à ces noyaux. La formule (4) nous donne dans ce cas

$$\frac{H(x, y; \lambda)}{D(\lambda)} = \frac{h(x, y; \lambda)}{\left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_1}\right)^n} + \frac{H_n(x, y; \lambda)}{D_n(\lambda)},$$

le dénominateur $D_n(\lambda)$ étant égal au quotient

$$\frac{D(\lambda)}{\left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_1}\right)^n}.$$

La partie principale est donc égale au premier terme

$$\frac{h(x, y; \lambda)}{\left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_1}\right)^n},$$

car le numérateur est un polynome en λ de degré $n - 1$ au plus. Inversement, connaissant cette partie principale, on pourra en déduire les fonctions φ_i et ψ_k. Je signalerai seulement le résultat suivant relatif à l'ordre du pôle. S'il existe p fonctions fondamentales distinctes, solutions de l'équation

$$f(x) + \lambda_1 \int_0^1 K(x, s) f(s)\, ds = 0,$$

les n fonctions $\varphi_1(x), \varphi_2(x), \ldots, \varphi_n(x)$ peuvent se partager en p groupes distincts comprenant respectivement $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_p$ fonctions φ_i

$$(\mu_1 + \ldots + \mu_p = n).$$

Si μ est le plus grand des nombres $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_p$, le point $\lambda = \lambda_1$ est un pôle d'ordre μ.

En particulier, si l'on a n fonctions fondamentales distinctes, le pôle est du premier ordre et réciproquement.

ÉLECTRICITÉ. — *Libre parcours et nombre des électrons dans les métaux.* Note de M. L. **Bloch**, présentée par M. Lippmann.

La formule classique [1]

$$n^2 \varkappa = \sigma_\infty T \tag{1}$$

(où n désigne l'indice correspondant à la période T, $\varkappa$ le coefficient d'absorption et σ_∞ la conductivité en unités électrostatiques) n'est pas vérifiée par l'expérience. Il résulte des mesures de Drude [2] que le rapport $\frac{n^2 \varkappa}{\sigma_\infty T}$, au lieu d'être égal à 1, varie de 0,45 (Hg) à 0,0006 (Ag) et 0,000017 (Na).

On sait par les travaux de Hagen et Rubens [3] que la conductibilité métallique ordinaire, mesurée au moyen de courants continus, est celle qui intervient dans les phénomènes optiques où la longueur d'onde est infiniment grande ($\lambda > 12\mu$). Pour la longueur d'onde λ, on peut se demander si la formule (1) ne serait pas vérifiée, à la condition de remplacer σ_∞ par σ_λ, conductibilité relative à la période T.

Dans un récent Mémoire [4] J.-J. Thomson a donné l'expression suivante de σ_λ, pour un métal contenant une seule espèce d'électrons libres :

$$\sigma_\lambda = 2 \frac{N' e^2}{m} \frac{\sin^2 \frac{\varphi t_2}{2}}{q^2} \tag{2}$$

$\left(q = \frac{2\pi}{T}\right.$ désigne la fréquence, t_2 est la durée du parcours moyen, N′ le nombre des parcours moyens par unité de volume et par unité de temps$\left.\right)$. Pour $q = 0$, on trouve

(1) P. Drude, *Lehrbuch d. Optik*, 2e éd., p. 341.

(2) P. Drude, *Ann. d. Phys.*, t. XXXIX, 1890, p. 537, et t. XLII, 1891, p. 189.

(3) E. Hagen et H. Rubens, *Ann. d. Phys.*, t. XI, 1903, p. 873.

(4) *Phil. Mag.*, août 1907.

une valeur de σ_∞ identique avec celle qui est donnée par Drude dans sa théorie électronique des métaux [en admettant une seule espèce d'électrons libres (¹)].

Nous nous sommes proposé de voir si les résultats expérimentaux de Drude sont d'accord avec la formule

$$n^2 \varkappa = \sigma_\lambda \mathrm{T} \tag{3}$$

où σ_λ a la valeur (2).

Comme on a

$$\mathrm{N}' t_2 = \mathrm{N} \tag{4}$$

(N = nombre des électrons libres par unité de volume), la formule (2) peut s'écrire

$$\sigma_\lambda = \frac{\mathrm{N} e^2}{m} \frac{\sin^2 \frac{q t_2}{2}}{\left(\frac{q t_2}{2}\right)^2} \frac{t_2}{2}. \tag{5}$$

En particulier, on doit avoir

$$\sigma_\infty = \frac{\mathrm{N} e^2}{m} \frac{t_2}{2}. \tag{6}$$

La vérification proposée consiste alors à poser

$$\frac{n^2 \varkappa}{\sigma_\infty \mathrm{T}} = \frac{\sin^2 \frac{q t_2}{2}}{\left(\frac{q t_2}{2}\right)^2} \tag{7}$$

et à tirer de cette relation, où le premier membre est connu par les mesures de Drude, la valeur de t_2. Connaissant t_2, la formule (6) donne N, et il faut voir si les nombres obtenus pour N et t_2 sont d'accord avec ce que prévoit la théorie électronique des métaux.

Le Tableau suivant contient le résultat des calculs pour tous les métaux qui ont été étudiés par Drude (²) en employant la raie D du sodium ($\mathrm{T} = 2.10^{-15}$).

Par exception, les mesures relatives à l'alliage de potassium et de sodium ont été faites avec la lumière bleue. J'ai fait les calculs en supposant $\mathrm{T} = 2{,}48.10^{-15}$.

(¹) *Ions, électrons et corpuscules*, t. I, p. 169.

(²) Voir *Phys. Zeitsch.*, 1899, p. 163.

Pour le nickel et le cobalt, j'ai admis pour σ_∞, en m'inspirant des Tables de Landolt, les nombres 8,1 et 9, au lieu des valeurs 3,1 et 3 (?) indiquées par Drude.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	$n^2 x$.	σ_∞.	σ_∞T.	t_2.	N.	N_f.	$\frac{N}{N_f}$.
Ag.....	0,66	60,9.10¹⁵	1080	1,960.10⁻¹⁵	27.10²³	0,82.10²³	33
Cu.....	1,68	56	1008	1,922	26	1,2	21
Au.....	1,04	40	720	1,926	19	0,84	22
Al.....	7,46	32	576	1,792	17	0,81	21
Zn.....	11,67	17	306	1,660	9	0,92	5,6
Na.....	0,013	21	378	1,986	9	0,36	26
Na—K.	0,26	17 (?)	379	1,928	8	0,26	31
Mg.....	1,61	20	360	1,872	9	0,60	15
Cd.....	5,62	13	234	1,726	6	0,65	9
Pt.....	8,78	9,24	166	1,606	5	0,93	5,4
Sn.....	7,81	8,5	153	1,608	5	0,51	10
Acier...	8,19	5	90	1,504	3	1,00	3
Ni.....	6,09	8,1	145	1,646	5	1,3	3,8
Co.....	8,53	9	162	1,596	5	1,2	4,1
Sb.....	8,53	2,6	46,8	1,116	2	0,51	4
Hg.....	8,58	1,05	18,9	0,940	1	0,57	1,2
Bi.....	6,86	0,7	12,6	0,846	0,8	0,40	2

Ce Tableau suggère les remarques suivantes :

1° Tous les parcours moyens ont une durée t_2 du même ordre, les métaux les plus conducteurs donnant les plus grandes valeurs de t_2. Si l'on remarque les variations énormes du rapport $\frac{n^2 x}{\sigma_\infty T}$, on considérera comme satisfaisante la constance approchée des nombres t_2.

2° Si l'on admet que dans un métal, comme dans un gaz, l'agitation corpusculaire répond à la loi d'équipartition de l'énergie, on trouve pour la vitesse d'agitation moyenne des électrons $u = 7,6.10^6$, nombre qui, combiné avec les valeurs de t_2, permet de calculer le parcours moyen des électrons. On trouve des nombres variant de $1,5.10^{-8}$ à $0,7.10^{-8}$. Pour le mercure et le bismuth, ces nombres sont en bon accord avec ceux qui sont indiqués par Drude (¹). Pour l'argent, l'or, le cuivre, Drude donne des nombres très notablement supérieurs. Mais Larmor a montré récemment (²) qu'il est difficile d'admettre des parcours supérieurs à 10^{-7} et que la valeur la plus acceptable du parcours est de l'ordre des dimensions atomiques (10^{-8}).

(¹) *Ann. de Phys.*, t. XIV, 1904, p. 956.

(²) *Phil. Mag.*, août 1907, p. 312, note.

A cet égard, les nombres de la quatrième colonne du Tableau viennent à l'appui de la conception de Larmor.

3° La colonne V contient le nombre N des électrons présents par unité de volume. Ces nombres coïncident, comme ordre de grandeur, avec l'évaluation approchée de Larmor $\left(\frac{1}{2}\cdot 10^{23}\right)$. Ils ont été calculés dans l'hypothèse où $\frac{e}{m} = 1,88.10^7$. Si l'on fait avec Drude $\frac{e}{m} = 1,5.10^7$, ils doivent tous être augmentés faiblement et dans le même rapport.

4° La colonne VI contient le nombre N_1 d'atomes du métal par centimètre cube. Elle a servi à calculer les nombres de la colonne VII, c'est-à-dire le nombre des électrons par atome du métal. Les valeurs obtenues sont supérieures à celles qui sont admises par Drude (¹) (0,47 à 7,54), tout en demeurant du même ordre. Elles offrent sur ces dernières l'avantage d'être les plus grandes pour les métaux les meilleurs conducteurs. Elles ne confirment pas l'hypothèse de J.-J. Thomson, qui prévoit pour $\frac{N}{N_1}$ des valeurs égales aux poids atomiques.

PHYSIQUE. — *Influence de la pression sur les spectres d'absorption des vapeurs.* Note de M. A. **Dufour**, présentée par M. J. Violle.

Dans une Note précédente (²), j'ai montré qu'un accroissement de pression produit une légère augmentation de longueur d'onde d'un certain nombre de raies du spectre d'absorption de la vapeur d'hypoazotide.

J'ai fait une étude analogue sur la vapeur de brome; je vais la résumer.

La vapeur de brome, en présence d'un excès de liquide, à la température ambiante du laboratoire, est contenue dans une boule d'environ 3^{cm} de diamètre et pouvant résister à une pression d'une vingtaine d'atmosphères. Un faisceau de lumière blanche traverse cette vapeur et l'on obtient son spectre d'absorption à l'aide du même appareil optique déjà décrit (²). Une plaque photographique enregistre, l'un au-dessus de l'autre, les spectres d'absorption du brome en vapeur, pour deux pressions différentes. On n'a pas dépassé la pression d'une quinzaine d'atmosphères; elle fut obtenue par de l'air, de l'hydrogène ou du gaz carbonique secs. On s'est mis à l'abri des causes d'erreur provenant du déplacement du châssis photographique pendant la pose, soit en croisant les poses pour les deux spectres, soit en photographiant sur la même plaque et en

(¹) *Loc. cit.*, p. 947.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLV, 16 juillet 1907, p. 173.

même temps que les spectres d'absorption du brome, le spectre d'émission du fer. Ces deux séries de photographies ont donné les mêmes résultats.

Les observations faites sur les positifs sur verre des clichés obtenus ont fourni les résultats suivants :

1° L'accroissement de pression rend floues toutes les raies. L'absorption générale de la lumière dans le spectre est beaucoup plus grande pour le gaz carbonique que pour l'air et l'hydrogène.

2° Certaines raies conservent une même longueur d'onde quand la pression croît. Je citerai comme exemple la raie $\lambda = 5534,2$ UA.

3° Pour d'autres raies, l'accroissement de pression cause une augmentation de longueur d'onde. Parmi une cinquantaine de raies pour lesquelles j'ai constaté ce phénomène, je citerai la raie $\lambda = 5535,4$ UA pour laquelle la variation de longueur d'onde, qu'on vérifie être proportionnelle à l'excès de pression, est d'environ de 0,028 UA par atmosphère de surpression.

On retrouve donc pour le brome des résultats tout à fait semblables à ceux obtenus pour l'hypoazotide.

Il y a néanmoins une différence très nette entre les aspects des spectres d'absorption de ces deux corps : le spectre d'absorption de la vapeur de brome rappelle tout à fait le type classique des spectres de bandes; il n'en est pas ainsi pour le spectre de l'hypoazotide gazeux.

En outre on a vu [1] que les raies de l'hypoazotide sensibles à la pression, ainsi que quelques autres non sensibles, se modifient sous l'influence d'un champ magnétique; pour *toutes* les raies de la vapeur de brome que j'ai observées, au contraire et conformément d'ailleurs aux résultats déjà connus [2], il m'a été impossible de constater le moindre effet Zeeman, la lumière se propageant parallèlement aux lignes de force, bien que le champ fût de 15500 gauss.

Il reste à étudier l'action de la nature du gaz, avec lequel on exerce la pression, sur la variation de longueur d'onde. Dans le cas de la vapeur de brome, la précision des mesures ne permet pas de dire que le déplacement des raies dû à la pression n'est pas le même dans les trois gaz étudiés : hydrogène, air, gaz carbonique. Je poursuis cette étude pour l'hypoazotide.

---

(1) *Loc. cit.*
(2) Cotton, *Le phénomène de Zeeman* (*Scientia*).

CHIMIE MINÉRALE. — *Un nouvel élément : le lutécium, résultant du dédoublement de l'ytterbium de Marignac.* Note de M. **G. Urbain**, présentée par M. A. Haller.

Dans les séparations des éléments du groupe yttrique, j'ai toujours observé que l'ytterbine donnait les sels les plus solubles. La méthode qui m'a semblé la plus pratique pour obtenir cette substance, exempte d'yttria, d'erbine et de thuline, est la cristallisation des nitrates (G. Urbain, *Bull. Soc. ch.*, t. XXXIII, 1905, p. 739; *Journal de Chimie physique*, t. IV, 1906, p. 31; Extrait d'une Communication privée faite à Sir W. Crookes le 5 mai 1906 et publiée par ce dernier : *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXVIII, 1907, p. 154). J'ai obtenu en 1905 par cette méthode une cinquantaine de grammes d'ytterbine brute répondant à la définition qu'en a donnée Marignac (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 578).

J'exposerai sommairement, dans cette Note préliminaire, les recherches que j'ai poursuivies constamment depuis cette époque.

On s'est toujours borné à analyser les sulfates de semblables produits pour déterminer le poids atomique de l'ytterbium. Il m'a semblé nécessaire de soumettre l'ytterbine au fractionnement systématique pour m'assurer de la constance de son poids atomique et de ses caractères spectraux.

Dans ce but, j'ai soumis les nitrates à de nouvelles cristallisations fractionnées dans l'acide nitrique de densité 1,3. J'ai ainsi obtenu, après un travail de fractionnements très laborieux, portant sur 22 fractions consécutives, une série de produits que j'ai d'abord examinés au point de vue de l'absorption. Les premières fractions, numérotées de 9 à 16, présentaient légèrement les bandes d'absorption qui, *seules*, définissent actuellement le thulium. J'ai éliminé ces fractions. Les autres fractions qui pouvaient être considérées comme de l'ytterbium pur ont été transformées en sulfates et analysées.

Loin d'être constants, les poids atomiques ont varié en croissant progressivement depuis 169,9 pour la fraction 17, jusqu'à 173,8 pour la dernière fraction n° 31 (¹). Une variation aussi considérable suffirait pour établir la complexité de l'ytterbium actuel.

(¹) Pour cette première approximation, j'ai admis dans les calculs $O = 16$, $H = 1$, $S = 32$. Ces nombres s'élèvent d'environ 0,17 si l'on prend comme base des calculs

J'ai recherché le thorium dans les queues de mes fractionnements. Par la méthode très efficace de MM. Wyrouboff et Verneuil (action de l'eau oxygénée sur la dissolution des nitrates neutres), j'ai pu séparer de mes terres de poids atomiques les plus élevés environ un vingt-millième de thorine, ce qui ne pouvait avoir aucune influence sur mes mesures.

Par la méthode des spectres d'arc, je n'ai pu révéler la présence d'impureté dans mes produits ainsi purifiés, et il n'était pas douteux que mon ytterbine était bien un mélange de plusieurs constituants.

En photographiant sur la même plaque, l'un au-dessous de l'autre, les spectres d'arc des produits extrêmes de ce fractionnement, j'ai observé dans le spectre de la dernière fraction (n° 31) des raies nombreuses, fortes pour la plupart, que l'on ne pouvait observer dans la fraction de tête (n° 17) ou qui ne s'y trouvaient que très affaiblies. Réciproquement, la fraction 17 présentait quelques raies peu intenses, absentes dans la fraction 31 et vraisemblablement attribuables au thulium. Indépendamment de ces raies, les deux spectres présentaient un grand nombre de raies communes et d'intensités du même ordre. Ces raies sont celles qui caractérisent la masse principale de la matière initiale dont les impuretés (thulium et élément nouveau) se sont accumulées, l'une en tête et l'autre en queue de mes fractionnements.

J'ai comparé ensuite les spectres d'étincelle de mes terres. Les différences contrôlées par ce mode d'observation ont été beaucoup plus manifestes que dans le cas des spectres d'arc.

1° Les raies suivantes sont les raies d'étincelle attribuables au thulium que j'ai observées dans les fractions de poids atomiques faibles (nitrates les moins solubles) :

2869,3	faible	3131,4	assez forte	3425,7	assez forte
2899,9	moyenne	3151,2	moyenne	3441,6	»
2962,5	»	3173,0	»	3461,9	»
3050,9	faible	3362,7	assez forte	3624,5	faible
				3712,5	»

2° Les raies suivantes sont les raies caractéristiques du nouvel élément. Elles sont très aisément observables dans les fractions de poids atomiques

O = 16, H = 1,008, S = 32,06. Il y a lieu de remarquer que le poids atomique du thulium ne saurait être 171. Cette constante est certainement inférieure à 168,5.

élevés (nitrates les plus solubles). Elles s'y trouvent exclusivement ou y sont extrêmement renforcées :

⊕ 2701,8	tr. forte	⊕ 2963,5	tr. forte	3118,6	moyenne	⊕ 3376,7	forte
⊕ 2754,2	»	2970,0	»	3171,5	ass. forte	⊕ 3385,6	ass. forte
⊕ 2798,3	»	⊕ 2989,4	moyenne	⊕ 3183,5	moyenne	⊕ 3397,2	tr. forte
⊕ 2847,6	»	3020,7	tr. forte	3191,9	»	⊕ 3472,6	»
2895,0	»	⊕ 3056,8	»	⊕ 3198,2	forte	⊕ 3506,8	»
⊕ 2900,4	»	3058,0	»	⊕ 3254,5	tr. forte	3554,6	»
⊕ 2911,5	»	⊕ 3077,7	»	3275,5	ass. forte	3568,0	forte
⊕ 2951,8	»	⊕ 3080,3	moyenne	⊕ 3312,4	forte	3624,1	»
				⊕ 3359,8	»	3647,9	»

Les raies affectées du signe ⊕ sont les plus caractéristiques du spectre d'arc.

Dans les limites entre lesquelles mes mesures ont porté, ces 34 raies constituent le spectre d'étincelle relativement très complet du nouvel élément [1].

Je propose pour cet élément le nom de *lutécium*, Lu, dérivé de l'ancien nom de Paris.

3° Les autres raies, comprises entre les mêmes limites et énumérées dans le spectre d'étincelle de l'ytterbium décrit récemment par Sir W. Crookes avec l'une de mes anciennes préparations (*loc. cit.*), caractérisent la masse principale de l'ancien ytterbium. Je propose de donner à cette terre le nom de *néo-ytterbium*, Ny, afin d'éviter les confusions avec l'ancien élément de Marignac.

4° Le premier spectre connu de l'ancien ytterbium a été décrit par M. Lecoq de Boisbaudran (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, 1879, p. 1342) auquel Marignac avait confié sa nouvelle terre. C'est un spectre de bandes. En observant par la méthode de M. Lecoq de Boisbaudran les chlorures des terres extrêmes de mon fractionnement, j'ai remarqué avec les terres de poids atomique faible (néo-ytterbium) l'absence de la bande γ de M. Lecoq de Boisbaudran. Au contraire, avec les terres de poids atomiques élevés très riches en lutécium, cette bande γ l'emporte en intensité sur les autres bandes du spectre.

---

[1] Aucune de ces raies n'est attribuable au scandium, au thorium, à l'erbium, au thulium, à l'yttrium, à aucun élément usuel et à aucune terre rare, sauf l'ancien ytterbium.

Les bandes α (de λ = 559 à λ = 552) et β (de λ = 576 à λ = 568,5) caractérisent donc vraisemblablement le néo-ytterbium et la bande γ (de λ = 517,5 à λ = 513) le lutécium.

En résumé, de l'ensemble des observations qui précèdent, il résulte que l'ytterbium de Marignac est un mélange de deux éléments : le néo-ytterbium et le lutécium. Le poids atomique du néo-ytterbium ne doit pas être très éloigné de 170 et le poids atomique du lutécium ne doit pas être de beaucoup supérieur à 174.

Je crois devoir rappeler que Demarçay (*Comptes rendus,* t. CXXXI, 1900, p. 387) avait dénommé Θ un élément caractérisé par les raies 4008,2 et 3906,5. Il le considérait comme distinct du thulium et compris entre l'erbium et l'ytterbium. Je n'ai pu observer ces raies, obtenues par l'emploi d'une bobine spéciale, ni dans mes spectres d'étincelle ni dans mes spectres d'arc.

De même, M. Auer von Welsbach (*Lieb. Ann.,* t. CCCLI, 1907, p. 464) a annoncé tout récemment que le fractionnement de l'oxalate double d'ammoniaque et d'ytterbium lui avait donné l'occasion d'observer des variations spectrales qu'il n'a point précisées. Il n'a donné aucune mesure des raies qu'il a observées entre λ 7000 et λ 5000, et n'a aucunement spécifié les éléments dont il suppose l'existence dans l'ancien ytterbium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la monochlorhydrine butylénique bisecondaire*

$$H^3C - \underset{OH}{CH} - \underset{Cl}{CH} - CH^3.$$

Note de M. K. Krassousky, présentée par M. A. Haller.

La chlorhydrine butylénique bisecondaire, que M. Louis Henry vient de décrire comme combinaison nouvelle ([1]), a été, il y a longtemps déjà, obtenue par moi et je l'ai décrite ([2]) en 1902.

Le butylène était obtenu par un double procédé : 1° en faisant agir du zincéthyle sur de l'aldéhyde acétique j'obtenais de l'alcoól butylique secondaire, lequel, après transformation en iodure, était décomposé par de

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXLV, p. 498.

([2]) *Journal physico-chimique russe,* t. XXXIV, 1902, p. 292. Analysé dans le *Bulletin de la Société chimique de Paris,* t. XXX, 1903, p. 214.

la potasse alcoolique; 2° en partant du bromure de butylène

$$CH^3—CHBr—CHBr—CH^3,$$

suivant M. Gustavson, par soustraction du brome à l'aide de poudre de zinc en solution hydroalcoolique.

Dans les deux cas l'addition d'acide hypochloreux au butylène fournit une chlorhydrine identique.

La chlorhydrine obtenue par le premier procédé bouillait à 136°-137°,5 sous la pression de 760^{mm}, et sa densité rapportée à celle de l'eau à 0° était égale à 1,0868 à 0° et 1,0692 à 18°.

La chlorhydrine préparée par le second procédé bouillait à 136°-137° et sa densité à 0° était 1,0870.

Étant donné que les dérivés de l'isobutylène ont des points d'ébullition inférieurs à ceux des dérivés du butylène bisecondaire, je vis (1), dans le point d'ébullition de la chlorhydrine butylénique bisecondaire préparée par moi, une indication de ce que la chlorhydrine isobutylénique de M. Boutlerow (2) n'était pas entièrement pure.

La chlorhydrine butylénique bisecondaire chauffée en tube scellé dans la vapeur d'aniline se décompose en méthyléthylcétone et acide chlorhydrique. En présence d'eau cette décomposition se produit déjà à la température de 120°.

Par agitation prolongée de la chlorhydrine avec de l'eau et de l'oxyde de plomb, à la température ordinaire, on obtient de l'oxyde butylénique bisecondaire

$$CH^3—CH—CH—CH^3,$$
$$\diagdown O \diagup$$

lequel se forme aussi très facilement par l'action de la potasse caustique sur la chlorhydrine. Mais, si l'on chauffe le mélange de chlorhydrine, d'oxyde de plomb et d'eau à la température de 140°, en tube scellé, il se forme de la méthyléthylcétone et le liquide aqueux prend une réaction acide.

La chlorhydrine butylénique bisecondaire, préparée suivant le premier procédé, renferme à l'état d'impureté une petite quantité de chlorhydrine butylénique normale dont la présence se manifeste, au cours de la décomposition en milieu acide, par l'apparition concurremment avec la méthyléthylcétone d'une faible quantité d'aldéhyde.

En comparant les résultats ci-dessus exposés de mes études sur la chlorhydrine butylénique bisecondaire avec les données de M. Henry sur le même sujet, je me crois autorisé à conclure que les recherches de ce savant constituent une répétition partielle des miennes.

(1) *Journal phys.-chimique russe,* t. XXXIII, p. 2.

(2) *Liebigs Annalen,* t. CXLIV, p. 25.

MINÉRALOGIE. — *Sur un massif de granite alcalin au Dahomey.* Note de M. **Henry Hubert**, présentée par M. A. Lacroix.

La petite chaîne de Fita (ou Affita) qui se trouve à environ 200^{km} de la côte, dans le cercle de Savalou, est, sans aucun doute, la plus mal connue du Bas-Dahomey. Cela tient à son isolement en dehors des grandes routes et à la trop faible population qui s'y est fixée.

Cette chaîne, que j'ai pu relever en partie, comprend au Sud un massif principal, prolongé au Nord par quelques hauteurs isolées de moindre importance s'avançant vers l'extrémité méridionale des collines de Tchagui. Sa direction générale est Nord-Sud, sa longueur est d'une dizaine de kilomètres, avec une largeur maximum d'environ 2^{km}. Le point culminant domine de 150^{m} la plaine environnante, dont l'altitude est sensiblement de 200^{m}.

Les collines de Fita se dressent au milieu de la pénéplaine archéenne du Dahomey, constituée en ce point par des gneiss. Pour le moment, je donne ce nom à la roche caractérisée macroscopiquement par des feldspaths allongés suivant l'axe vertical, pouvant atteindre plusieurs centimètres de longueur et à contour généralement arrondi; ils sont englobés par des agrégats holocristallins où domine la biotite, disposée suivant des plans grossièrement parallèles, de sorte que l'ensemble présente une orientation très sensiblement rectiligne sur des espaces considérables.

Contrastant avec la constitution pétrographique de cette région, les hauteurs de Fita sont formées par un granite alcalin à amphibole sodique. C'est une roche à grain moyen, à structure granitique normale, dans laquelle on voit à l'œil nu du quartz, des feldspaths d'une couleur blanc jaunâtre et de la riebeckite en petits cristaux ne dépassant pas 5^{mm} : ces derniers sont répartis d'une façon très uniforme.

Le feldspath le plus abondant est l'orthose (macles de Carlsbad et de Baveno) très fréquemment faculé d'albite; il est accompagné de microcline et d'albite. La riebeckite, extrêmement foncée, est souvent maclée suivant h^1. Il existe en outre quelques paillettes de biotite, du zircon et de l'apatite. L'examen microscopique montre la trace d'actions mécaniques puissantes (structure en mortier, extinctions roulantes du quartz).

J'ai pu constater, en plusieurs points, que sur les bords du massif la roche normale prend un grain très fin ; elle possède alors la même composition

minéralogique, mais la riebeckite prend la forme de petites aiguilles ayant une tendance à l'orientation.

Ce massif granitique est traversé par des filons de quartz et de microgranite à riebeckite de direction constante (sensiblement N 55° W), l'épaisseur de ces derniers ne dépassant pas $0^m,50$. Leur composition varie du centre à la périphérie.

Dans la partie centrale, la roche est caractérisée par la présence de phénocristaux d'orthose, de microcline et de quartz à formes nettes, noyés au milieu d'une pâte d'un gris bleuté. Les autres grands éléments, que le microscope permet seul de reconnaître, sont la magnétite et le zircon. Quant à la pâte, elle est formée par un mélange de quartz, d'albite, de riebeckite et de biotite : cette dernière est plus abondante que dans le granite, tandis que les feldspaths sont plus rares. Il faut noter en outre l'existence de fluorine xénomorphe.

Les salbandes ont une composition variable d'un filon à un autre correspondant à deux types différents. Dans le premier, les phénocristaux sont très rares; ceux d'orthose et de quartz, parfois associés pour former une pegmatite graphique, sont toujours très corrodés. La riebeckite n'existe plus dans la pâte, où le seul élément coloré est la biotite, mais elle tapisse les joints de la roche : elle s'y est formée par pneumatolyse.

Dans le second type, le seul minéral aisément discernable à l'œil nu est la riebeckite, en très fines aiguilles orientées parallèlement à la direction du filon, et déterminant dans la roche un zonage très net. Les autres grands cristaux sont les mêmes que précédemment, mais le quartz seul est corrodé. La pâte est presque exclusivement quartzeuse.

Le granite à riebeckite disparaît brusquement au pied même du massif et il n'est pas possible d'en trouver la trace dans les plaines environnantes. Les microgranites qui se rencontrent au milieu des gneiss voisins ont une composition différente, ils sont toujours à biotite. Il en est de même pour toutes les roches granitiques que j'ai rencontrées dans les autres régions.

En dehors de l'intérêt que présente l'existence d'un granite alcalin au Dahomey, il convient d'insister sur son extrême localisation et sur l'éloignement considérable du massif qu'il constitue des quelques régions africaines où ont été signalées antérieurement des roches alcalines; ce qui exclut, quant à présent, toute possibilité de rattacher le pays considéré à l'une des provinces pétrographiques spéciales à ce point de vue, déjà connues, comme celle du Tchad, par exemple.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'ouralitisation du pyroxène.* Note de M. **Louis Duparc**, présentée par M. A. Lacroix.

Dans une précédente Note (1) j'ai exposé une théorie nouvelle de l'ouralitisation et montré que, dans certains cas, ce phénomène est attribuable à une épigénie magmatique particulière, produite sur le pyroxène par l'action d'un bain relativement acide et de nature feldspathique. J'ai fait voir précédemment (2) que cette épigénie pouvait se manifester aussi bien dans les roches profondes que dans celles filoniennes, quand les circonstances requises s'y prêtaient. Différentes objections ont été faites à ma théorie ; la présente Note a pour but de faire connaître quelques observations nouvelles, qui me paraissent décisives en faveur de ma manière de voir.

Au cours d'une excursion faite cette année sur la rivière Gussewa, affluent de la Wija, et au Gussewsky-Kamen (Oural asiatique), M. l'ingénieur de Firks a attiré mon attention sur certains filons leucocrates fort curieux qui traversent les pyroxénites massives constituant cette montagne. Ces pyroxénites sont de grain moyen et de couleur verdâtre ; elles présentent un type absolument banal dans l'Oural, et se montrent sous le microscope formées essentiellement de cristaux idiomorphes de pyroxène, accompagnés de quelques rares et petites plages allotriomorphes de magnétite et de quelques associations rares également de grains craquelés d'olivine. Les filons leucocrates qui traversent ces pyroxénites sont identiques à ceux que j'ai signalés au Koswinsky (3), mais généralement de plus petite dimension. Leur grain est d'habitude assez grossier ; ils sont formés exclusivement par du feldspath ou par une association dioritique éminemment leucocrate de feldspath et de hornblende, ce dernier élément étant souvent irrégulièrement distribué dans la masse. Plusieurs de ces filons sont bréchiformes et empâtent des fragments anguleux de la pyroxénite encaissante. Ces fragments, de dimension très variable, mesurent jusqu'à 6^{cm} et plus ; leur

---

(1) L. Duparc et Th. Hornung, *Sur une nouvelle théorie de l'ouralitisation* (*Comptes rendus,* juillet 1904).

(2) L. Duparc et F. Pearce, *Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord* (*Mémoires de la Société de Physique de Genève,* t. II, 1905).

(3) L. Duparc et S. Jerelsoff, *Sur les plagiaplites filoniennes du Koswinsky* (*Comptes rendus,* septembre 1901).

contour est nettement délimité par une bande de 2^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur d'un minéral dont la couleur noire contraste fortement avec celle verte de la pyroxénite. Partout où ces fragments anguleux présentent des fissures capillaires, le minéral noir du contour se développe le long de celles-ci; partout où ces derniers sont de très petite dimension, ils paraissent entièrement transformés dans le même minéral.

Au microscope, la roche leucocrate se montre exclusivement formée de feldspaths calco-sodiques; le quartz, abondant dans certains types du Koswinsky, fait ici complètement défaut. Dans les variétés d'aspect dioritique, une hornblende verte et polychroïque se rencontre avec les feldspaths; elle est accompagnée de sphène et de cristaux d'apatite. Dans les variétés bréchiformes qui sont particulièrement suggestives pour le mécanisme de l'ouralitisation, le microscope montre que la bordure noire des fragments est exclusivement formée de cristaux de hornblende diversement orientés, et accompagnés de nombreux grains de sphène à son contact immédiat avec la roche feldspathique du filon. A cette bordure de hornblende succède une zone formée en partie de cristaux de hornblende, en partie de cristaux de diallage partiellement ouralitisés et souvent réduits à l'état de squelette; puis plus loin, vers l'intérieur du fragment, toute trace d'ouralitisation cesse et la pyroxénite est alors en tout point identique à celle qui forme le Gussewsky-Kamen et les salbandes des filons.

Lorsque les fragments présentent des fissures, on peut constater une ouralitisation analogue du pyroxène le long de celles-ci, et la pénétration d'un fluide minéralisant, cause première du phénomène, est ici évidente; quand les fragments sont assez petits pour avoir pu subir dans leur totalité l'action métamorphosante du milieu, le pyroxène a complètement disparu et se trouve remplacé par l'amphibole ou réduit à l'état de petits débris. En même temps, dans le voisinage immédiat des fragments, la roche feldspathique du filon se charge de hornblende, et il est aisé de voir que ce minéral provient de cristaux de diallage, libres parmi les feldspaths à la suite d'une résorption partielle des fragments, et complètement transformés en amphibole par le milieu avoisinant. L'œil le moins prévenu peut voir que, dans ces roches bréchiformes, la hornblende est un produit exclusif de l'action du magma feldspathique sur le pyroxène avant la consolidation définitive de la roche filonienne, que cette transformation se fait sur tous les points où le pyroxène a pu être en contact avec ce magma, et qu'elle n'est complète que lorsque les fragments sont assez petits pour que l'action métamorphosante ait pu se faire sentir dans toute leur masse.

BOTANIQUE. — *Remarques sur la structure du grain d'aleurone des Graminées.* Note de M. **A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans de précédentes Notes nous avions montré que le grain d'aleurone des Graminées différait des autres formations de cet ordre et qu'il était constitué d'une vacuole occupée par une substance solide et incolorable (se dissolvant dès le début du gonflement de la graine), avec un granule accolé sur le bord, rappelant par ses propriétés métachromatiques les grains de volutine et les globoïdes. Tout dernièrement nous avons émis l'opinion que ce granule était constitué du mélange de deux substances, l'une de nature protéique, se dissolvant au début de la germination, l'autre métachromatique et peut-être voisine de la volutine, qui persiste durant les 7 ou 8 premiers jours. Toutefois, cela ne nous paraissait pas suffisamment clair et nous avons tenu à poursuivre nos observations. La question présente d'ailleurs une extrême difficulté par suite de la petitesse des grains d'aleurone, ce qui explique les contradictions des quelques auteurs qui ont abordé ce sujet.

Nos dernières observations ont modifié très sensiblement notre première interprétation due à des fixations impropres. Prenons comme exemple la graine d'orge :

Fixé au formol à 40 pour 100, le cotylédon de la graine non germée apparaît rempli de petits grains d'aleurone, constitués d'une masse fondamentale de nature protéique, colorable en bleu pâle verdâtre par le bleu Unna, le bleu de méthylène ou la thionine, et d'un grand nombre de petits granules métachromatiques assimilables à des globoïdes. Souvent l'un de ces derniers est plus gros que les autres. Les fixations de l'alcool donnent des résultats analogues, mais contractent très fortement le contenu cellulaire et ne permettent guère la différenciation de la protéine; seuls généralement les globoïdes sont apparents et semblent être contenus dans des vacuoles incolores. Les fixateurs que nous avions employés antérieurement (Ladowsky, Lenhossèck, picroformol) produisent d'excellentes fixations, mais dissolvent en grande partie les globoïdes par l'acide acétique ou l'acide picrique qu'ils renferment : la place occupée par ces derniers dans le grain d'aleurone se traduit donc par de petites vacuoles et la substance colorable des globoïdes se mélange à la masse fondamentale protéique dans laquelle elle détermine avec la thionine une coloration métachromatique rougeâtre.

Le grain d'aleurone se présente donc alors, comme nous l'avions décrit, sous forme d'une masse sphérique, spongieuse, dont l'une des alvéoles généralement plus grande, celle occupée par le plus gros globoïde, simule une vacuole.

Dans les premières heures de la germination, la protéine se dissout partiellement et le grain d'aleurone se transforme en une petite vacuole occupée par un ou deux gros granules (représentant la partie non soluble de la protéine) accolés sur un bord de cette vacuole et renfermant dans leur intérieur ou sur leur pourtour de nombreux globoïdes. Peu à peu, les vacuoles aleuriques se fusionnent les unes aux autres, tandis que les grains de protéine se gonflent et paraissent se confondre également les uns dans les autres. Les globoïdes contenus dans ces masses protéiques subissent en même temps un gonflement considérable et souvent triplent leur volume. Après fixation au Ladowsky, au Lenhossèck et au picroformol, la protéine apparaît donc à ce stade, sous la forme d'énormes sphères métachromatiques remplies de grosses vacuoles que nous avions signalées. En réalité, ces vacuoles représentent la place occupée par les globoïdes dissous et la métachromasie de la masse protéique est due à l'imprégnation de la substance dissoute. Vers le quatrième ou cinquième jour, la protéine a entièrement disparu et il ne reste plus que les globoïdes qui peu à peu diminuent de volume, puis se dissolvent totalement entre le sixième et le dixième jour.

La protéine se colore très énergiquement par l'hématoxyline ferrique et cuprique, la safranine, l'éosine, etc.; elle est amphophile. Les globoïdes sont, au contraire, nettement basophiles; ils se colorent en rouge par la thionine, le bleu Unna, le bleu de toluidine, le bleu de crésyl, etc., et se teignent facilement par l'hématoxyline cuprique. Par tous ces caractères ils se rapprochent donc des corpuscules métachromatiques de protistes, mais ils s'en éloignent par leur absence de coloration par l'hémalun. Ils montrent la structure que nous avons signalée, M. Beauverie et nous, dans les globoïdes du Ricin (noyau central très chromophile et zones périphériques alternativement incolores et colorées).

Un autre caractère qui écarte les globoïdes des corpuscules métachromatiques est le fait que les premiers ne se colorent pas sur le vivant par le rouge neutre et le bleu de méthylène. Ce sont les granules de protéine et non les globoïdes qui fixent ces colorants. Dès les premières heures de la germination et colorées au rouge neutre, les vacuoles aleuriques apparaissent, en effet, constituées d'un liquide rouge pâle dans lequel on dis-

tingue deux catégories de granules animées de mouvements browniens; les uns, gros et peu nombreux, représentent le reliquat de la protéine et se teignent en rouge vif; les autres, petits et en grand nombre, restent incolores, ce sont les globoïdes. Au bout de quelques instants, les grains de protéine se coagulent avec les globoïdes sur l'un des bords de la vacuole et se gonflent peu à peu, donnant aux vacuoles aleuriques l'aspect qu'elles présentent après fixation.

Les grains d'aleurone de l'assise protéique diffèrent assez notablement de ceux du cotylédon, en ce qu'ils ne renferment qu'un seul ou rarement deux ou trois gros globoïdes.

Le Blé, le Seigle, l'Avoine offrent les mêmes caractères que l'Orge. Dans le Maïs, les grains d'aleurone ne renferment qu'un seul, ou deux, ou trois gros globoïdes.

En somme, les grains d'aleurone des Graminées offrent des caractères analogues à ceux du Lupin; ils ne s'en distinguent que par leur moindre richesse en protéine qui ne constitue qu'une légère couche autour des globoïdes, par le moins grand nombre et la plus forte dimension de ces globoïdes, enfin par l'insolubilité de la protéine par la potasse après fixation au Ladowsky ou à l'alcool.

BOTANIQUE. — *Production expérimentale de raisins mûrs sans pépins.* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait qu'au moment de la floraison de la vigne deux cas peuvent se présenter : ou la fécondation n'a pas lieu; la fleur se dessèche et tombe, ce qui constitue le phénomène de la *coulure;* ou bien la fécondation s'effectue et le fruit *noue,* selon l'expression des horticulteurs. Dans ce dernier cas, si les conditions des milieux interne et externe sont favorables, l'ovaire donne le fruit ou grain de raisin et les ovules donnent les pépins généralement au nombre de deux. Cependant, l'on observe quelquefois, malgré une fécondation en apparence normale, que le fruit noué subit un développement irrégulier dû à l'avortement plus ou moins rapide, plus ou moins complet, des ovules. Tantôt, il reste petit, vert et dur, et ce cas a été souvent confondu avec la coulure; tantôt au contraire il continue à s'accroître plus ou moins et se ramollit à maturité comme les grains normaux, mais ne possède pas de pépins. C'est le phénomène désigné en viticulture sous le

nom de *millerandage;* il a pris parfois, depuis la reconstitution sur les vignes américaines, des proportions inquiétantes.

Je me suis proposé d'étudier expérimentalement ce phénomène dont on n'a pas jusqu'ici précisé l'origine et je me suis servi de la taille en vert qui m'a permis de reproduire de nombreux phénomènes inexpliqués de végétation et d'obtenir systématiquement des monstruosités (¹).

Dans un jardin d'expériences situé à Erquy, au bord de la mer, je possède des chasselas vigoureux, de même âge et cultivés jusqu'ici dans des conditions identiques. Je les ai, cette année, taillés comparativement, en totalité ou en partie, les uns au moment même de la floraison, les autres après que le grain bien noué avait atteint la grosseur d'un bon grain de plomb. Dans le premier cas, la coulure a été beaucoup plus considérable dans les pieds taillés que dans les témoins normaux, mais il n'y a pas eu accentuation sensible du millerandage. Dans le deuxième cas, la taille ne pouvait plus influencer la coulure, mais le millerandage a été plus énergique dans tous les pieds taillés. Les grappes des vignes taillées complètement portaient quelques grains normaux seulement et quelques gros grains aplatis; le reste était formé de grains plus petits, sans pépins. Les vignes incomplètement taillées portaient, sur les rameaux taillés, des grappes à grains normaux et à grains millerandés en nombre à peu près égal, quand les grains normaux prédominaient sur les rameaux non taillés. Ces différences établissent très nettement que, comme la coulure, *le millerandage est fonction des conditions d'alimentation de la grappe.*

La théorie des capacités fonctionnelles permet de comprendre ce qui s'est passé. Le printemps a été particulièrement humide à Erquy cette année, et c'est seulement à la fin de juillet que les beaux jours ont apparu. En taillant la vigne, je lui ai enlevé une portion des appareils nécessaires à la vaporisation de l'eau en excès, d'où l'apparition d'un déséquilibre dans les parties restantes. La pléthore aqueuse, dans le cas des vignes taillées au moment de la floraison, a provoqué naturellement la coulure. Dans les vignes taillées au moment du développement actif du fruit et de la graine, elle a produit l'atrophie plus ou moins complète de l'embryon. Les inégalités de développement des grains et des pépins s'expliquent par les appels inégaux de sève qu'exercent les organes dans des situations différentes par rapport à l'exercice de l'aliment. L'intensité plus grande du millerandage à la suite de la taille complète s'explique par un déséquilibre de nutrition plus considérable en valeur absolue.

Les grains millerandés présentaient un pédoncule plus épais au voisinage du fruit qu'à leur base et se détachaient en entraînant le pédoncule entier. La maturation de ces grains était plus précoce; leur peau était plus mince; les pépins qui existaient

(¹) Lucien Daniel, *Création systématique de variétés nouvelles par la greffe* (*Comptes rendus,* 30 avril 1894); *La théorie des capacités fonctionnelles,* Rennes, 1902; *Sur quelques monstruosités observées dans le genre Rosier* (*Comptes rendus,* 24 juin 1907).

dans quelques-uns des plus gros grains d'apparence normale, étaient souvent avortés à des degrés divers; la pulpe était plus aqueuse. Les pluies rendaient encore cette différence plus grande avec les grains normaux, montrant ainsi que le déséquilibre produit dans l'appareil végétatif avait une répercussion ultérieure sur la constitution du raisin.

A ces différences macroscopiques correspondaient des changements anatomiques prononcés dans le pédoncule et le fruit.

Le pédoncule normal est de forme presque cylindrique. Au voisinage du fruit, la coupe transversale de ce pédoncule montre une moelle sclérifiée entourée d'un anneau de bois secondaire bien développé. Le liber présente des îlots de fibres libériennes et des cristaux d'oxalate de chaux. A sa base, le pédoncule possède une structure assez voisine de la précédente; toutefois il y a moins de fibres libériennes et de cristaux; le parenchyme médullaire n'est pas sclérifié. Le pédoncule du fruit millerandé est tout différent du précédent. Au voisinage du fruit, la coupe transversale montre une moelle légèrement scléreuse, des faisceaux primaires réunis latéralement par un parenchyme à membranes plus ou moins épaissies; il n'y a ni fibres libériennes, ni cristaux d'oxalate. L'épaisseur totale de la coupe est plus faible que celle du pédoncule normal. A la base du pédoncule, dans la région mince, on observe la structure primaire exclusivement, et l'épaisseur est très faible : on s'explique par là le peu de résistance en ce point et la facilité avec laquelle une traction ou un choc font détacher à la fois le fruit millerandé et son pédoncule.

Le fruit présente une structure variable suivant son degré de développement. Dans les grains verts et durs, il est sensiblement resté à la structure qu'il avait au moment de la fécondation; dans les autres on trouve un épicarpe réduit, un mésocarpe sensiblement normal et un endocarpe peu distinct, avec ou sans traces de graines suivant les cas.

En résumé, on peut conclure de cette expérience que le millerandage, c'est-à-dire la production de raisins mûrs sans pépins, est provoqué par une *suralimentation*, une pléthore aqueuse, au moment où le grain noué se développe avec une grande activité. Il y a lieu de penser que toute cause, autre que la taille en vert, mais produisant le déséquilibre caractéristique de la suralimentation, doit provoquer le millerandage. Or c'est, comme je l'ai démontré, le cas de la plupart des vignes françaises greffées sur vignes américaines dans les conditions actuelles de la culture à la quantité. Il est donc tout naturel que le phénomène du millerandage se soit accentué dans ces vignes greffées.

ZOOLOGIE. — *L'évolution des* Frenzelina (*n. g.*), *Grégarines intestinales des Crustacés décapodes.* Note de MM. **L. Léger** et **O. Duboscq**, présentée par M. Alfred Giard.

En établissant dans plusieurs Notes antérieures que la phase schizogonique des *Aggregata* des Céphalopodes était représentée par les kystes cœlomiques gymnosporés des Crustacés décapodes, nous avons conclu que les Grégarines intestinales des Crabes et Pagures n'ont pas de rapport avec les kystes cœlomiques qui coexistent avec elles, en un mot qu'elles sont des espèces autonomes. Restait, toutefois, à donner de cette autonomie une démonstration rigoureuse par l'étude de l'enkystement et de la sporulation, connus seulement jusqu'ici chez la *Porospora* du Homard.

On sait qu'un assez grand nombre de Grégarines ont été signalées dans l'intestin des Crustacés. Frenzel pour sa part nous en a fait connaître plusieurs espèces et l'un de ses dessins montre qu'il aurait même observé un début d'enkystement chez *Portunus arcuatus*. Mais la suite de son interprétation est forcément erronée puisqu'il considérait comme le terme de l'évolution de ces parasites les kystes à gymnospores qui appartiennent à un tout autre Sporozoaire.

Pour suivre le développement de ces formes intestinales des Brachyures, nous avons étudié, à Cavalière, une espèce bien typique : la *Gregarina conformis* Dies. qui vit dans le tube digestif du *Pachygrapsus marmoratus*.

La Grégarine se développe dans les *cœcums* où les gamontes s'accouplent de bonne heure à la façon des Clepsidrines, c'est-à-dire par leurs extrémités de nom contraire. Le couple continue à grossir et au terme de sa croissance le primite est devenu plus massif que le satellite, indice d'une différenciation sexuelle. Les couples gagnent alors l'intestin où ils ne tardent pas à s'enkyster.

En conservant les animaux en captivité pendant quelques jours, on retrouve les kystes dans les excréments. Les kystes sont sphériques de 150^{μ} de diamètre, en moyenne, avec une paroi assez épaisse. A leur intérieur chaque gamonte du couple enkysté occupe un hémisphère. La maturation des kystes s'effectue dans l'eau de mer en l'espace de 3 ou 4 jours. Toutefois elle est difficile à obtenir car un grand nombre d'entre eux manifestement malades dès leur origine, dégénèrent rapidement ou sont la proie des saprophytes. Dans ceux qui sont sains, chaque gamonte donne d'abord des gamètes globuleux qui nous ont paru un peu plus petits dans un hémisphère que dans l'autre; puis, après la copulation que nous ne pouvons encore décrire en détail, apparaissent les sporocystes disséminés d'abord au milieu de nombreuses granulations

résiduelles dont les plus grosses sont colorées en jaune clair. Nous n'avons pas vu d'appareil d'évacuation pour les sporocystes bien que ceux-ci nous aient paru disposés en file dans certains kystes.

Les sporocystes mûrs sont ovoïdes et munis d'une paroi colorable qui, malgré son épaisseur notable, est faiblement compressible. A l'équateur se trouve un léger renflement en arête assez difficile à voir sur le vivant. Il n'y a pas d'autre saillie ni appendices à la surface de la paroi sporale qui est transparente et incolore à l'état frais. Les dimensions de ces sporocystes sont de $6^{\mu},40 \times 5^{\mu}$. Dans les divers kystes examinés nous avons aussi trouvé des sporocystes plus petits, subsphériques, de $5^{\mu} \times 4^{\mu},7$, mélangés au premiers.

Les sporocystes mûrs renferment huit sporozoïtes typiques à noyau subterminal disposé en cercle ou en spire autour d'un reliquat formé d'un gros globule central et de quelques petits grains irréguliers et réfringents.

Nos observations montrent que les Grégarines intestinales des Crabes sont des angiosporées et, par conséquent, sont fort éloignées de la *Porospora* du Homard, la seule Grégarine des Crustacés dont on ait décrit les spores. Ce résultat, qui n'a pas été sans nous surprendre, nous oblige à créer un genre nouveau pour ces formes dont la position restait incertaine.

Nous proposons de les réunir sous le nom de *Frenzelina,* dédiant ce genre à Frenzel qui en fit le premier une étude étendue.

Le genre *Frenzelina* sera ainsi caractérisé par ses trophozoïtes à accouplement précoce du type clepsidrinien, par ses kystes sans sporoductes et ses sporocystes ovoïdes à arête équatoriale, par son habitat dans l'intestin des Crustacés. Il présente des affinités assez étroites avec les *Hyalospora* du *Petrobius maritimus* et du *Machilis cylindrica,* voisines elles-mêmes des Clepsidrines (*Gregarina*) et nous paraît devoir rentrer dans la famille des *Clepsidrinides* Léger (= *Grégarinides* Labbé).

Jusqu'à plus ample informé, nous réunirons dans ce genre toutes les Grégarines intestinales des Crustacés décapodes dont les trophozoïtes présentent avec ceux de *Frenzelina conformis* une analogie évidente. Le genre *Frenzelina* comprendra ainsi les espèces suivantes :

Fr. conformis Dies. du *Pachygrapsus marmoratus* F.;

Fr. præmorsa Dies. du *Cancer pagurus* L.;

Fr. dromiæ Frenz. du *Dromia dromia* Olivi.;

Fr. portunidarum Frenz. du *Portunus arcuatus* Leach.;

Fr. fossor (syn. pr. p. *A. cœlomica* Léger) du *Pinnotheres pisum* Penn.;

Fr. ocellata n. sp. (syn. pr. p. *A. vagans* Lég. et Dub.) de l'*Eupagurus Prideauxi* Leach.

PALÉOBOTANIQUE. — *Classification des Zygoptéridées d'après les caractères de leurs traces foliaires.* Note de M. **Paul Bertrand**, présentée par M. R. Zeiller.

La trace foliaire des Zygoptéridées est un quadruple de divergeants fermés ou ouverts, unis en une chaîne à courbure inverse. Elle offre des régions spécialement différenciées en vue de l'émission des sorties ou de la réception des pièces rentrantes. La partie centrale de la masse ligneuse, inactive et dépourvue de trachées, est l'*apolaire médiane*. A ses extrémités s'élèvent *quatre pièces réceptrices*, comprenant chacune un *pédoncule* ou *antenne*, adhérant à l'apolaire médiane et un *renflement récepteur* ou *pièce réceptrice* proprement dite. Il y a quatre pôles fondamentaux, un devant chaque renflement récepteur.

Sauf chez *Ankyropteris* et *Asterochœna,* la fronde possède deux plans de symétrie rectangulaires et quatre files de pièces latérales, émises par paires, alternativement à droite et à gauche; les deux pièces latérales d'une même paire sont coalescentes à leur base. Chaque rachis secondaire reçoit une demi-masse ligneuse sortante émise aux dépens d'une pièce réceptrice.

Sauf chez *Stauropteris,* les rachis secondaires sont toujours orientés à angle droit sur le rachis primaire et leur masse libéro-ligneuse subit une forte réduction de sa face antérieure, ce qui lui donne un facies de chaîne à courbure directe, très différent de l'aspect du quadruple initial.

1. Clepsydropsis Unger. — Ce genre est le plus primitif de toute la famille des Zygoptéridées. La trace foliaire est plus simple. — Masse ligneuse ovale, allongée, légèrement étranglée en son milieu, renflée à ses extrémités, qui sont constituées par *deux boucles fermées* épaisses, à cavité interne elliptique. Les trachées nous ont paru disséminées sur tout le pourtour de l'ellipse : au lieu de quatre pôles fondamentaux, nous aurions donc ici deux ellipses polaires. — Pièce sortante perpendiculaire à la pièce mère, ayant la forme d'un anneau fermé, qui probablement ne se divise pas en deux demi-pièces; l'arc postérieur de l'anneau est épaissi, l'arc antérieur est mince. Les ramifications de cet anneau sont encore des anneaux fermés à face antérieure également réduite.

Deux espèces : *C. antiqua* Unger; *C. kirgisica* Stenzel.

2. Metaclepsydropsis nov. gen. — Ce genre renferme des types plus différenciés, qui sont intermédiaires entre les *Clepsydropsis* et les *Diplolabis.* — Masse ligneuse étranglée en son milieu, parfois divisée en deux, s'évasant à ses extrémités pour former quatre renflements récepteurs très forts; quatre groupes trachéens ou pôles fondamen-

taux. — Demi-pièce sortante offrant le même degré de différenciation que chez *Diplolabis*.

Deux espèces : *M. paradoxa* Unger; *M. duplex* Will.

3. Diplolabis B. Renault. — Apolaire médiane courte; antennes longues et épaisses, inclinées à 45° sur les plans de symétrie. Renflements récepteurs courts et arrondis, mais saillants; ils fournissent à eux seuls toutes les pièces sortantes. Pôles extérieurs. — Demi-pièce sortante ayant la forme d'un arc, épaissi dans sa région médiane et présentant en plus une saillie à sa face antérieure; les deux pôles fondamentaux antérieurs sont placés de chaque côté de cette saillie; les deux pôles postérieurs sont au contraire ramenés très en avant, à la face interne des crochets, qui forment les extrémités de l'arc ligneux.

Deux espèces : *D. Römeri* de Solms (= *D. esnostensis* B. R.); *D. forensis* B. R.

4. Etapteris nov. gen. — Spécialisation extrême des renflements récepteurs, qui méritent ici le nom de *pièces réceptrices proprement dites;* ils ne tiennent à l'apolaire médiane que par des *pédoncules* courts et grêles, réduits parfois à une seule file de vaisseaux ligneux, et revêtent des formes caractéristiques pour chaque espèce. — Demi-pièce sortante peu volumineuse, possédant deux renflements postérieurs bien marqués et deux pôles fondamentaux; pièces réceptrices antérieures éteintes.

Quatre espèces : *E. tubicaulis* Gœpp.; *E. diupsilon* Will.; *E. Scotti* nov. sp. (= *Rachiopteris Lacatti* Will.); *E. Lacattei* B. R.

E. tubicaulis relie les *Etapteris* aux *Metaclepsydropsis*.

5. Zygopteris Corda. — Apolaire médiane rectangulaire allongée. Antennes épaisses, inclinées à 45°. Renflements récepteurs courts et arrondis, *non saillants*. — Demi-pièce sortante ayant la forme d'un arc grêle, à concavité tournée vers la pièce mère, beaucoup moins volumineux que chez *Diplolabis* et *Metaclepsydropsis*.

Une espèce : *Z. primaria* Cotta. — Elle offre des affinités avec les *Diplolabis*.

6. Dineuron B. Renault. — Apolaire médiane forte et *renflée* en son milieu. Pas d'antennes. *Renflements récepteurs grêles,* fixés directement sur l'apolaire médiane. — Demi-pièce sortante très faible, réduite à quelques éléments ligneux.

Une espèce : *D. pteroides* B. R.

Ce genre paraît se rattacher aux *Metaclepsydropsis*.

7. Asterochlæna Corda. — Ce genre diffère des *Clepsydropsis* par l'absence de plan de symétrie accessoire. Apolaire médiane allongée, courbée à concavité tournée vers le stipe. Renflements récepteurs antérieurs plus forts que les renflements postérieurs. Boucles polaires fermées tournées vers la face postérieure de la fronde. — Pièce sortante ayant la forme d'un anneau fermé, qui s'échappe vers la face postérieure de la fronde sans se couper en deux.

Deux espèces : *A. ramosa* Cotta; *A. laxa* Stenzel.

8. Ankyropteris Stenzel, *pars*. — Apolaire médiane courbée, à concavité postérieure. Antennes arquées, collaborant directement à la formation de la sortie. Renflements récepteurs très effacés, prolongeant exactement l'antenne. Deux filaments dont la présence est caractéristique. Pas de plan de symétrie accessoire. Deux files de ramifications seulement. — Pièce sortante ressemblant plus à la pièce mère que dans tous les genres précédents et accompagnée de deux aphlebias. Elle est émise sous forme

d'un anneau fermé comme chez *Clepsydropsis* et *Asterochlæna*. — Ces trois genres sont les seuls ayant des boucles ligneuses périphériques fermées.

Espèces : *A. Williamsoni* nov. sp.; *A. bibractensis* B. R.; *A. scandens* Stenzel; *A. Grayi* Will.; *A. insignis* Will.; *A. Brongniarti* B. R.

9. Stauropteris Binney. — Pas d'apolaire médiane. Masse ligneuse divisée en 4 antennes, qui fournissent à elles seules toute la sortie. Renflements récepteurs rudimentaires. Pôles intérieurs. — Demi-pièce sortante orientée parallèlement à la pièce mère, identique à elle et accompagnée d'une aphlebia.

Deux espèces : *S. oldhamia* Binney; *S. burntislandica* nov. sp.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Variations de densité et de teneur en oxygène de l'eau des mares supralittorales.* Note de **R. Legendre**, présentée par M. Alfred Giard.

Les travaux de M. G. Bohn sur la périodicité vitale de certains animaux littoraux m'ont incité à entreprendre l'étude des variations de température, de densité et d'oxygénation de l'eau de mer de la zone littorale. Je rendrai compte ici des observations faites à Concarneau sur l'eau d'une mare où M. G. Bohn étudia les variations de vie d'un Copépode, *Harpacticus fulvus*.

M. Bohn décrit ainsi le lieu de nos observations (¹) : « A Concarneau, entre le laboratoire et la halle aux poissons, dans les flaques d'eau supralittorales, vivent des multitudes de Copépodes rouges, excessivement petits, appartenant à l'espèce *Harpacticus fulvus*. Pendant les périodes de morte eau, la mer n'atteint pas ces flaques où s'accumulent des débris de poissons et des matières organiques diverses en voie de putréfaction; petit à petit, l'eau devient excessivement impure. Pendant les périodes de grande marée, les vagues viennent balayer toutes ces impuretés et l'eau redevient pure. » Mes observations ont porté sur une mare dont le fond était tapissé de Fucus et dont l'eau n'était en communication avec la mer que par les marées de 42. L'analyse de l'oxygène dissous fut faite par la méthode de MM. Albert Lévy et Marboutin au bichromate de potasse (modification de la méthode au permanganate de potasse).

Les résultats de mes recherches se trouvent dans le Tableau et le graphique suivants :

Date.	Hauteur de la marée. Matin.	Soir.	Densité.	Oxygène dissous, milligrammes par litre.	Observations.
Juillet 31.	41	41	1.024	21,82	Soleil
Août 1er.	39	38	1.023	20,81	Soleil

(¹) G. Bohn, *Bull. de l'Institut général psychologique*, 1905.

Date.	Hauteur de la marée. Matin.	Soir.	Densité.	Oxygène dissous, milligrammes par litre.	Observations.
Août 2..	37	37	1.027	20,31	Soleil
» 3..	36		1.027	14,77	Soleil
» 4..	36	37	1.028	15,61	Ciel gris
» 5..	37	38	1.031	13,92	Soleil
» 7..	40	**42**	1.030	10,40	Soleil, communication avec la mer
» 8..	**42**	**43**	1.026	16,45	» » »
» 9..	**43**	**45**	1.027	16,96	Ciel gris, communication avec la mer
» 10..	**44**	**45**	1.024	16,11	Pluie, communication avec la mer
» 11..	**45**	**46**	1.023	16,96	Ciel nuageux, communication avec la mer
» 12..	**45**	**46**	1.021	17,45	Soleil, communication avec la mer
» 13..	**44**	**45**	1.023	16,79	» » »
» 14..	**44**	**44**	1.024	16,62	Pluie, » »
» 15..	**42**	**42**	1.023	16,28	Soleil, » »
» 16..	41	40	1.024	14,60	Ciel gris
» 18..	38	38	1.025	11,58	Brume
» 19..	39		1.025	10,90	Soleil
» 20..	40	41	1.025	13,77	»
» 21..	**42**	**44**	1.026	19,30	Soleil, communication avec la mer

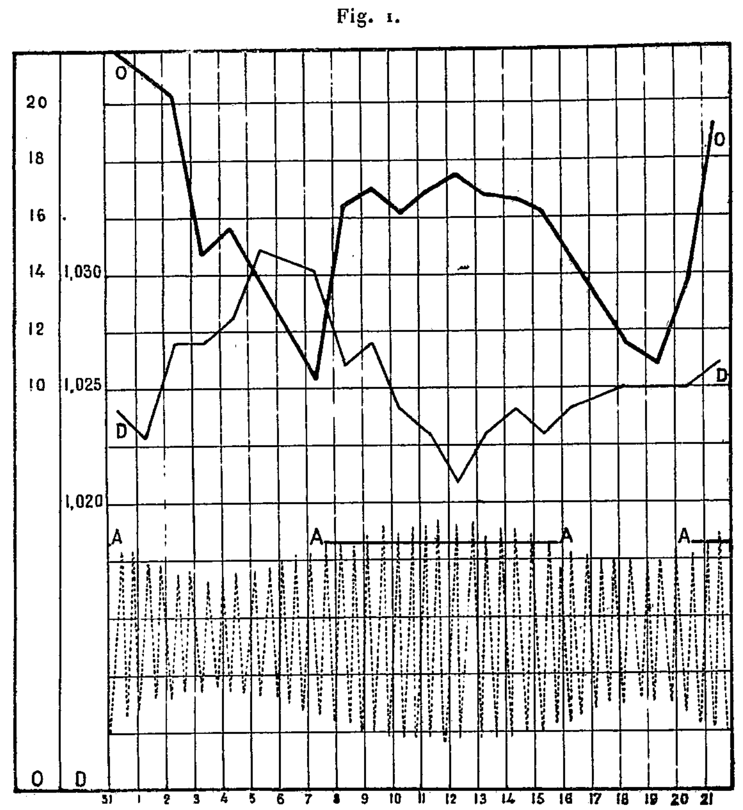
Presque toutes ces mesures ont été prises à la même heure : 11^h du matin. Dans ce Tableau, les hauteurs de marée sont indiquées d'après l'*Annuaire des marées;* les quantités d'oxygène dissous sont exactes à $0^{mg},16$ près. Je n'ai pas indiqué la température de l'eau, celle-ci variant beaucoup avec l'insolation.

Bien que ces observations ne s'appliquent qu'à une seule mare dans des conditions particulières, il semble qu'on peut en induire les conclusions suivantes : Dans les mares supralittorales à *Harpacticus*, il y a augmentation de densité et appauvrissement en oxygène pendant les périodes de morte eau. Si les variations de densité sont parfois modifiées par l'état de l'atmosphère (augmentation due à une forte insolation, diminution due aux chutes de pluie, etc.), les variations de la quantité d'oxygène dissous semblent particulièrement nettes.

Il y aurait lieu de rechercher lequel de ces deux facteurs, densité ou oxygène, a la plus grande influence sur le curieux rythme vital des *Harpacticus*. Il y aurait aussi grand intérêt à savoir s'il n'existe pas un rapport

entre les variations de ces deux facteurs et, entre autres, si, de même que M. G. Bonnier le suggère dans un ouvrage récent [1] à propos des plantes terrestres de la côte, il n'y aurait pas un optimum de densité particulièrement favorable à la fonction chlorophyllienne des algues, toute aug-

Fig. 1.



Mesures de la densité et de la teneur en oxygène d'une mare supralittorale à *Harpacticus fulvus* :

O, oxygène dissous (milligrammes par litre);
D, densité;
A, périodes de contact avec la mer.

mentation de celle-ci correspondant à une diminution d'activité de la fonction chlorophyllienne et, par conséquent, à une diminution de la teneur en oxygène de l'eau de la côte?

Ce sont là des questions que je me propose d'étudier bientôt.

(1) G. Bonnier, *Le monde végétal*. Paris, 1907.

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un éclair en chapelet.* Note de M. **M. Luizet**, transmise par M. Mascart.

J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie l'observation suivante, que j'ai faite le 15 août dernier au Sappey (altitude 1000^m) près de Grenoble.

Vers 20 heures, alors qu'un violent orage, qui sévissait depuis 1 heure, commençait à s'éloigner dans la direction ENE, j'ai vu un éclair vertical, peu sinueux, mais très brillant, suivi à environ 1 seconde d'intervalle, d'un deuxième éclair *en chapelet*, exactement à la même place que lui et présentant les mêmes sinuosités. D'autres personnes ont vu comme moi ces deux éclairs successifs, le premier brillant et continu, le second bien moins intense, rouge et formé d'une suite de traits lumineux.

7 secondes après le premier éclair, un seul bruit sec de tonnerre s'est fait entendre : l'éclair s'est donc produit à un peu plus de 2^{km} du point où je me trouvais et, par comparaison avec les objets tels que maisons, arbres, etc., vus à cette distance, j'estime à 30^m au moins la longueur des traits lumineux composant le second éclair et à 20^m celle des intervalles les séparant. Sur la longueur totale de l'éclair il ne devait pas y en avoir beaucoup plus d'une vingtaine.

Les observations d'éclair en chapelet sont peu nombreuses et les recherches bibliographiques que j'ai faites, pour trouver la description de quelque éclair analogue à celui que j'ai vu, ont été vaines. Ces recherches sont d'ailleurs la cause du retard apporté à la publication de cette observation.

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par la nomination de M. *A. de Lapparent* comme Secrétaire perpétuel :

En première ligne	M. WALLERANT.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique. . .	MM. MARCELIN BOULE.
	HAUG.
	DE LAUNAY.
	TERMIER.
En troisième ligne	M. BERGERON.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 OCTOBRE 1907.

CARTE DE FRANCE au 50000e : *Nancy; Parroy; Nomény.*
CARTE DE TUNISIE au 100000e : *Sened; Sidi; Kralif.*
CARTE D'ALGÉRIE au 200000e : *Berguent; Akbou.*
8 *feuilles.* (Hommage du Service géographique de l'Armée.)

Récréations mathématiques et problèmes des temps anciens et modernes, par W. ROUSE BALL; 2e édition française; 1re Partie : *Arithmétique, Algèbre et Théorie des nombres.* Paris, A. Hermann, 1907; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Darboux.)

Histoire des Mathématiques, par W. ROUSE BALL; édition française, revue et augmentée, traduite sur la 3e édition anglaise, par L. FREUND; Tome II; avec des additions de R. DE MONTESSUS. — *Les Mathématiques modernes depuis Newton jusqu'à*

nos jours, Note complémentaire de M. G. Darboux. Paris, A. Hermann, 1907; 1 vol. in-8°.

Silhouettes de névropathes. 1re série : *La neurasthénie, les vrais et les faux neurasthéniques*, par Beni-Barde. Paris, Masson et Cie, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard, pour le Concours du prix Lallemand de 1908.)

Meurthe-et-Moselle et régions environnantes : mines et métallurgie; Carte au 200000e. Nancy, E. Barbier, 1907; 1 feuille in-plano [numérotée 139]. (Hommage du Directeur de la Société des Hauts Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson.)

Annals of the Royal botanic Garden, Calcutta, t. IX, part II. *The orchids of the north-wertern Himalaya*, by J.-F. Duthie. Calcutta, 1906; 1 vol. in-4°, en feuilles contenues dans un étui. (Transmis par M. le Ministre des Affaires étrangères.)

Les souterrains de Saint-Martin (*Oise*) *et l'hydrologie de la Craie*, par Albert et Alexandre Mary. (*Spelunca. Bulletins et Mémoires de la Société de Spéléologie*; n° 48, juin 1907.) Paris; 1 fasc. in-8°.

L'usine moderne, par A. Perrault-Niepce. Paris, Ch. Béranger, 1907; 1 fasc. in-12.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 NOVEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Sur une nouvelle espèce minérale, provenant des scories plombeuses athéniennes du Laurium.* Note de MM. **A. Lacroix** et **A. de Schulten.**

L'un de nous a décrit, il y a quelques années [1], une série de remarquables cristaux de ces minéraux plombifères qui résultent de l'action de l'eau de mer sur des scories, riches en plomb métallique et en galène, laissées par les exploitations athéniennes du Laurium; ces minéraux sont des oxychlorures (*laurionite, fiedlerite* [2], *matlockite*), un chlorocarbonate (*phosgénite*), des carbonates (*cérusite* et *hydrocérusite*), enfin un sulfate (*anglésite*). Un échantillon recueilli alors renferme en outre une substance ne répondant à aucune espèce connue; la description en a été différée jusqu'ici, dans l'espoir d'en trouver d'autres exemplaires qui eussent permis une étude plus complète; cet espoir n'ayant pas été réalisé, nous avons sacrifié le peu de matière à notre disposition, en ne conservant qu'un fragment, qui a été déposé comme type, dans la collection de Minéralogie du Muséum.

Ce nouveau minéral tapisse les cavités d'une scorie très vitreuse, englo-

---

(1) A. Lacroix, *Comptes rendus,* t. CXXXIII, 1896, p. 955.

(2) Ce sont ces cristaux de dimensions exceptionnelles qui ont permis à l'un de nous d'établir la composition de la fiedlerite qui n'avait pas encore été analysée (de Schulten, *Comptes rendus,* t. CLX, 1905, p. 315). A ces oxychlorures il faut ajouter la *paralaurionite,* dont nous avons rencontré récemment de nombreux cristaux mélangés à ceux de laurionite.

bant des débris de charbon de bois et imprégnée de cristaux de laurionite, avec un peu de fiedlerite et de matlockite; il constitue le dernier produit cristallisé de cette association intéressante.

Ses cristaux, dépourvus de clivages, atteignent 3mm, ils sont blancs ou d'un jaune brunâtre; leur éclat est résineux. Ils ont l'apparence de prismes hexagonaux, un peu aplatis suivant la base, profondément cannelée parallèlement à l'un de ses côtés. En réalité, ils sont orthorhombiques, limités par les faces m (100) et g^1 (010); la pseudo-base est formée par les faces e^1 (011) et $e^{\frac{4}{11}}$ (0.11.4) d'un grand nombre d'individus cristallins groupés parallèlement à g^1. On observe en outre de petites facettes y (451), x (16.5.4) et z (4.15.2). Les mesures goniométriques conduisent aux paramètres : $a : b : c = 0,5770 : 1 : 0,2228$.

	Observé.	Calculé.
mg^1	*60° 1′	
e^1e^1	*25. 7	
$e^1e^{\frac{4}{11}}$	18.53	18°56′,5
ye^1	55.30	55°29′
yg^1	58°43′	58°47′
yn	22.36	22.37
zg^1	36.58	37. 6
zm	44.15	44. 7

Le plan des axes optiques est parallèle à h^1 (100). La bissectrice aiguë est positive et parallèle à l'axe vertical; l'écartement des axes optiques est grand; il n'a pu être mesuré exactement par suite de l'imparfait parallélisme des individus constituant les cristaux étudiés.

La densité est de 7,1; la dureté de 3,5.

Chauffé à 150°, le minéral n'éprouve pas de perte. Il fond facilement dans le tube fermé, en donnant un sublimé de chlorure de plomb. Inattaquable par l'eau froide, il se dissout à froid dans l'acide azotique.

L'analyse a fourni les résultats suivants, qui sont mis en regard de la composition théorique correspondant à la formule $Pb^3(AsO^4)^2, 3PbCl^2$:

	Observé.	Calculé.
As^2O^5	12,49	13,28
PbO	38,86	38,61
Pb	36,38	35,83
Cl	12,47	12,28
	100,20	100,00

Le seul minéral ayant une composition comparable est la *mimétésite*, mais, dans celle-ci, les proportions relatives d'arséniate et de chlorure sont renversées. Nous désignons ce nouveau minéral sous le nom de *georgiadésite*, en l'honneur de M. Georgiades, le directeur des mines qui, en 1896, a facilité à l'un de nous ses recherches au Laurium.

La georgiadésite est le premier minéral arsénical trouvé dans de semblables conditions; l'arsenic a certainement son origine première dans du mispickel; celui-ci est connu dans les mines du Laurium et a pu se trouver accidentellement mélangé à la galène traitée par les anciens. Le milieu exceptionnellement chloruré, dans lequel s'est effectuée l'attaque des scories, permet de comprendre pourquoi il a pu s'y former un minéral plus riche en chlore que la mimétésite.

L'existence d'un produit plombifère arsénical vient encore accentuer la comparaison qui s'impose à tous égards entre les minéraux néogènes du Laurium et ceux qui caractérisent le chapeau de fer des filons plombifères. Il serait intéressant de chercher si la georgiadésite ne se trouve pas dans les gisements métallifères du Chili, tels que ceux de la Sierra Gorda, dans lesquels abondent des minéraux plombifères chlorurés encore incomplètement étudiés.

MÉDECINE. — *Influence des régimes alimentaires sur la marche de la tuberculose expérimentale.* Note de MM. **Lannelongue, Achard** et **Gaillard.**

Dans un travail antérieur [1] nous nous étions proposé d'étudier, chez le cobaye, l'influence des divers régimes alimentaires sur la marche de la tuberculose inoculée. Les régimes expérimentés se composaient d'une base d'alimentation commune, à laquelle nous ajoutions un supplément variable, formé de l'une des trois grandes catégories de principes alimentaires : hydrates de carbone, graisses, albumines.

Ces premières recherches montraient la supériorité d'une alimentation riche en azote. Mais certaines conditions expérimentales étaient défectueuses. La ration commune, formée de pommes de terre, était trop pauvre en albumine, de sorte que les animaux soumis aux régimes des hydrates de carbone et des graisses absorbaient une dose d'azote insuffisante. De plus, la ration hydrocarbonée n'était pas isothermique aux autres.

Aussi avons-nous repris l'expérience en prenant pour base d'alimentation un mélange de pommes de terre (40^g) et de pois (10^g), de manière à former une ration qui dépassait en albumine les besoins des cobayes normaux. Cette ration fixe donnait, en effet, $2^g,65$ d'albumine au lieu de $0^g,60$ seulement dans nos précédentes recherches. Quant au complément de nourriture, il

(1) Congrès international de la tuberculose. Paris, octobre 1905.

consistait, suivant chaque lot, en 9^g de beurre, 20^g de sucre ou 20^g de gluten, de manière à fournir, pour chacun d'eux, une alimentation isothermique d'environ 145^{cal}.

L'expérience a porté sur 60 cobayes mâles, répartis en trois lots de 20 pesant chacun de $15^{kg},900$ à 16^{kg}, soit une moyenne de 795^g à 805^g par cobaye.

Avant d'inoculer ces animaux, nous les avons soumis à leur régime respectif pendant une période de 11 jours, et nous avons pu nous assurer qu'ils s'accommodaient fort bien de leur alimentation nouvelle et n'éprouvaient que des variations de poids insignifiantes :

	6 août.	17 août.
Lot au beurre, poids moyen	800^g	795^g
Lot au sucre, »	795	800
Lot au gluten, »	805	805

Puis, tous les animaux furent inoculés le même jour (17 août 1906), dans la plèvre droite, à la dose uniforme de $\frac{1}{3}$ de centimètre cube de la même émulsion de bacilles tuberculeux.

Or, le lot soumis au régime du beurre a disparu en 40 jours; celui au sucre en 87 jours, et celui au gluten ne s'est éteint qu'au bout de 371 jours.

Le résultat est donc apparu avec une grande netteté. Il confirme pleinement celui de nos premières recherches en montrant la supériorité d'un régime fortement azoté.

Ces faits expérimentaux s'accordent avec la clinique humaine; l'azote entre pour une large part dans les régimes recommandés aux tuberculeux. Depuis que M. Debove a fait entrer dans le traitement de la phtisie le principe de la suralimentation, les thérapeutes en ont souvent varié la formule. Mais il n'en est guère de possible en dehors de la suralimentation azotée, ce qui, d'ailleurs, ne veut pas dire que l'azote puisse être donné indifféremment sous n'importe quelle forme.

M. **A. Haller** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de MM. A. Balland et D. Luizet, intitulé : *Le chimiste Z. Roussin*, dont il a écrit la Préface.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *de Lapparent*, élu Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Wallerant	obtient.	39 suffrages
M. Haug	»	6 »
M. Boule	»	5 »
M. Termier	»	4 »
M. Cayeux	»	1 »
M. De Launay	»	1 »

Il y a 1 bulletin blanc.

M. **Wallerant**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Émile Laurent*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Heckel	obtient.	36 suffrages
M. Galtier	»	4 »
M. Gaston Gautier	»	4 »

Il y a 1 bulletin blanc.

M. **Heckel**, ayant réuni la majorité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à désigner un de ses Membres qui devra prendre, dans la *Commission de contrôle de la circulation monétaire*, la place qu'y occupait M. *Henri Moissan*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux Volumes de l'édition nationale des *Opere di Galileo Galilei*, publiée sous les auspices de Sa Majesté le Roi d'Italie, et une brochure intitulée : *Trent' anni di studi galileiani*, par Antonio Favaro.

2° *Die Mechanik des Himmels*, Leçons de Carl Ludwig Charlier, professeur à l'Université de Lund. (Présenté par M. H. Poincaré.)

3° *Théorie et usage de la règle à calculs*, par P. Rozé. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fractions continues algébriques.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

Soit la fraction continue

$$S = 1 + \cfrac{\mu_2}{1 + \cfrac{\mu_3}{1 + \ldots}},$$

où les μ_i sont des polynomes en z et $\frac{1}{z}$ de degrés limités, la série $\Sigma\mu_i$ étant absolument convergente. S est une fraction continue convergente ; les numérateurs et les dénominateurs des réduites ont pour limites des fonctions quasi-entières (aux points singuliers essentiels 0 et ∞) P et Q dont M. Auric a trouvé une limite supérieure de l'ordre ([1]).

Voici quelques résultats que j'ai obtenus au sujet de fractions continues analogues où les μ_i ont des formes variées :

Dans des cas étendus, P *et* Q *sont premiers entre eux ou n'ont qu'un nombre limité de zéros communs soit dans tout le plan, soit dans le domaine d'un point essentiel.* $\Sigma\alpha_i^{-1}$ étant absolument convergente, et α_i indépendant de z, il en est ainsi : 1° dans tout le plan des z, quand $\mu_i = z\alpha_i^{-1}$; dans ce cas, si la suite des $|\alpha_i|$ croît constamment et *suffisamment* vite avec i, P et Q sont des fonctions entières quasi-algébriques dont les zéros sont respectivement $-\alpha_{2k}(1+\varepsilon_{2k})$, $-\alpha_{2k+1}(1+\varepsilon_{2k+1})$, $|\varepsilon_{2k}|$, $|\varepsilon_{2k+1}|$ étant $< \varepsilon$ (ε nombre *donné* positif arbitrairement petit) ; 2° dans tout le plan des z quand

$$\mu_i = \frac{1}{\alpha_i}(z^k + a_1^i z^{k-1} + \ldots + a_{k+l}^i z^{-l}),$$

([1]) *Journ. de Math.*, 1907, p. 150 et suiv.

les a_j^i, réels ou non, ayant leurs modules limités supérieurement, et $|a_{k+l}^i|$ étant limité inférieurement; 3° dans le domaine D de $z = \infty$, quand

$$1 + \mu_i = (1 + z\alpha_i^{-1})(1 + \psi_i), \qquad \psi_i = \chi_i \alpha_i^{-1},$$

avec ψ_i monodrome et $|\chi_i|$ limité supérieurement dans D et tendant vers 0 avec $|z|^{-1}$. Dans ces trois cas, les ordres de P et Q sont donc aussi, en général, ceux des zéros et des pôles de S.

Dans des cas étendus, la limite supérieure de l'ordre de P *et* Q *est aussi la valeur exacte de cet ordre.* C'est là un résultat important pour les fractions continues correspondantes, puisqu'il suffit pour leur rendre applicable une série de propriétés des fonctions quasi-entières et quasi-méromorphes. Voici des exemples correspondant aux trois cas ci-dessus : soit $\rho \leqq 1$ l'exposant de convergence de la suite des α_i^{-1}, et α_i réel > 0.

1° ([1]) P et Q sont des fonctions entières, premières entre elles, d'ordre réel et apparent ρ. Quand $\rho < 1$, la condition nécessaire et suffisante pour que P, par exemple, ait sa croissance régulière, c'est que l'ordre d'infinitude des α_i, *rangés par ordre de grandeur croissante,* soit déterminé (au sens de M. Borel). P et Q ont à la fois leur croissance régulière ou irrégulière. Il y a des extensions au cas où, ρ étant nul, on se sert de l'ordre précisé conformément à ce que j'ai appelé *la seconde classification des fonctions entières* (Lindelöf, Ruben Mattson, etc.) *et quasi-entières;* 2° les a_j^i étant réels et a_{k+l}^i positif, P et Q sont d'ordre $k\rho$ pour $z = \infty$ et $l\rho$ pour $z = 0$ [on a des résultats semblables dans le cas où μ_i est un polynome analogue en z, z^{-1}, $(z-a_1)^{-1}, \ldots, (z-a_i)^{-1}$, avec a_i réel]; 3° Si, pour z positif assez grand, ψ_i est réel > 0, l'ordre de P et Q est ρ.

On peut obtenir des résultats comparables pour les fractions continues divergentes $S = \lambda_0 + \cfrac{1}{\lambda_1 + \cfrac{1}{\lambda_2 + \ldots}}$, $\Sigma\lambda_i$ étant absolument convergente. Les réduites $P_{2n}Q_{2n}^{-1}$, $P_{2n+1}Q_{2n+1}^{-1}$ sont telles que P_{2n}, Q_{2n}, P_{2n+1}, Q_{2n+1} ont pour limites P, Q, P′, Q′ pour $n = \infty$, avec $P'Q - PQ' = 1$. Exemple à titre d'indication : quand $\lambda_i = z\alpha_i^{-1}$, α_i positif, $\alpha_{i+1} \geqq \alpha_i$ à partir d'une certaine valeur de i, P, Q, P′, Q′ sont d'ordre ρ, ρ étant l'exposant de convergence $\leqq 1$ de la suite des α_i^{-1}.

Ce qui précède sera traité, avec d'autres exemples, dans un Mémoire plus développé.

([1]) Ces fractions continues ont été considérées par Stieltjes.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions périodiques de l'équation* $\Delta u + \lambda\alpha(x, y, z)\, u = 0$.

Note de M. A. **Myller**, présentée par M. Appell.

Dans un article publié dans le Tome XXII des *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo,* M. P. Appell a construit une fonction triplement périodique $\zeta(x, y, z)$ possédant les propriétés suivantes :

1°
$$\zeta(-x, -y, -z) = \zeta(x, y, z);$$

2°
$$\begin{cases} \zeta(x+a,\ y+b,\ z+c) = \zeta(x, y, z), \\ \zeta(x+a',\ y+b',\ z+c') = \zeta(x, y, z), \\ \zeta(x+a'',\ y+b'',\ z+c'') = \zeta(x, y, z); \end{cases}$$

3°
$$\Delta\zeta = \frac{4\pi}{D}, \qquad \left(\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}\right),$$

D désignant le volume du parallélépipède P construit sur les droites joignant l'origine aux points de coordonnées (a, b, c), (a', b', c'), (a'', b'', c'').

4° La fonction ζ admet pour pôles de résidu $+1$ les points homologues de l'origine dans le réseau des parallélépipèdes admettant P comme parallélépipède fondamental.

Je me propose de montrer l'usage qu'on peut faire de cette fonction dans l'étude des solutions continues triplement périodiques de l'équation :

$$\Delta u + \lambda\alpha(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

où $\alpha(x, y, z)$ est une fonction continue, positive, triplement périodique et λ un paramètre.

Soient x', y', z' les coordonnées d'un point fixe à l'intérieur du parallélépipède P. Formons une fonction $\zeta_\alpha(x, y, z;\ x', y', z')$ qui possède les mêmes propriétés que $\zeta(x - x',\ y - y',\ z - z')$ avec la seule différence qu'elle satisfait à l'équation

$$\Delta u = \frac{4\pi}{A}\alpha(x, y, z) \qquad \left[A = \iiint_{(P)} \alpha(x, y, z)\, dx\, dy\, dz\right] \tag{2}$$

au lieu de satisfaire à $\Delta u = \frac{4\pi}{D}$ comme le fait $\zeta(x - x',\ y - y',\ z - z')$.

Cherchons d'abord une solution continue triplement périodique de

l'équation

$$(3) \qquad \Delta u = \frac{4\pi}{A}\alpha(x, y, z) - \frac{4\pi}{D}.$$

Pour qu'une telle solution soit possible pour l'équation plus générale

$$(4) \qquad \Delta u = f(x, y, z)$$

il faut que le second membre de (4) remplisse une certaine condition que l'on obtient en remplaçant dans la formule de Green

$$(5) \qquad \iiint (u\,\Delta v - v\,\Delta u)\,dx\,dy\,dz + \iint \left(u\frac{\partial v}{\partial n} - v\frac{\partial u}{\partial n}\right) d\sigma = 0$$

(où les intégrales sont relatives au parallélépipède P) u par la solution cherchée de (4) et v par une constante. Or, cette condition est remplie dans le cas de l'équation (3).

Remplaçons de nouveau dans la formule (5) u par la solution continue de (3), v par $\zeta(x-x', y-y', z-z')$ et prenons cette fois les intégrales relatives au parallélépipède P duquel nous avons exclu le point (x', y', z') par une petite sphère de rayon ε. En tenant compte de la discontinuité de ζ et de la périodicité de ζ et u, on obtient, après avoir fait tendre ε vers zéro :

$$\begin{aligned} u(x', y', z') = &-\frac{1}{A}\iiint \zeta(x-x', y-y', z-z')\,\alpha(x, y, z)\,dx\,dy\,dz \\ &+\frac{1}{D}\iiint \zeta(x-x', y-y', z-z')\,dx\,dy\,dz \\ &+\frac{1}{D}\iiint u(x, y, z)\,dx\,dy\,dz. \end{aligned}$$

Or, comme la solution cherchée de (3) n'est déterminée qu'à une constante additive près, nous pouvons négliger dans cette formule les deux dernières intégrales qui ont des valeurs constantes. Cette solution de (3), ajoutée à $\zeta(x-x', y-y', z-z')$, donne une solution de (2). Une autre solution est encore

$$\begin{aligned} \zeta_\alpha(x, y, z; x', y', z') \equiv\ & \zeta(x-x', y-y', z-z') \\ &-\frac{1}{A}\iiint \zeta(x-u, y-v, z-w)\,\alpha(u, v, w)\,du\,dv\,dw \\ &-\frac{1}{A}\iiint \zeta(x'-u, y'-v, z'-w)\,\alpha(u, v, w)\,du\,dv\,dw \end{aligned}$$

car le dernier terme est constant.

Revenons à l'équation (1); ses solutions $u(x, y, z)$, triplement pério-

diques, doivent satisfaire à la condition

$$(6)\qquad \iiint \alpha(x, y, z)\, u(x, y, z)\, dx\, dy\, dz = 0$$

qu'on obtient en remplaçant dans (5) u par la solution de (1) et v par une constante. Si, dans la même formule (5), on met pour u la solution de (1) et à la place de v la fonction $\zeta_\alpha(x, y, z; x', y', z')$, on obtient, en tenant compte de (6) et comme précédemment de la discontinuité de ζ_α,

$$(7)\qquad u(x', y', z') = -\frac{\lambda}{4\pi} \iiint \zeta_\alpha(x', y', z'; x, y, z)\, \alpha(x, y, z)\, u(x, y, z)\, dx\, dy\, dz.$$

C'est une équation intégrale de M. Fredholm à laquelle, grâce à la symétrie de $\zeta_\alpha(x, y, z; x', y', z')$ par rapport à x, y, z et x', y', z', on peut appliquer la théorie de M. Hilbert. D'après cette théorie, l'équation (7), et par suite aussi (1), admet une infinité de solutions $u = \psi_1$, $u = \psi_2$, $u = \psi_3$, ..., différentes de zéro, correspondant à une série croissante λ_1, λ_2, λ_3, ..., de valeurs du paramètre λ; de même il est possible de développer une fonction arbitraire en série procédant d'après ces fonctions.

Il est intéressant de remarquer la fonction $\zeta(x, y)$ à deux variables qui jouit de propriétés analogues à la fonction $\zeta(x, y, z)$ de M. Appell et qui est construite d'une façon analogue, avec cette différence qu'elle admet une discontinuité logarithmique à la place de la discontinuité polaire de la fonction à trois variables.

Cette fonction et la fonction $\zeta_\alpha(x, y)$ peuvent être utilisées comme les précédentes pour l'étude des solutions doublement périodiques de l'équation à deux variables analogue à (1). Les recherches de M. Mason relatives à cette question (*Journal de Mathématiques*, 1904) peuvent être reprises en employant cette fonction $\zeta_\alpha(x, y)$ à la place de la fonction de M. Picard (*Comptes rendus*, 25 janvier 1904).

PHOTOGRAPHIE. — *Sur le procédé de photographie des couleurs de MM. A. et L. Lumière.* Note (¹) de M. **Adrien Guébhard**, présentée par M. Lippmann.

La très élégante solution du problème de la photographie des couleurs qu'indiquaient dès 1904 MM. A. et L. Lumière exige, telle qu'elle a été récemment réglée, un renversement de l'image.

(¹) Reçue dans la séance du 30 septembre 1907.

Or, pour être rigoureuse, l'*inversion photographique* (¹) devrait réaliser des valeurs de noircissement telles qu'après interversion des extrêmes, les différences entre les autres restent les mêmes, en ayant seulement changé de signe. Mais, quelles que soient les énergies, toutes plus ou moins substituables (²), « physiques », « chimiques », ou autres, mises en jeu, c'est uniquement *de leur somme* que dépend, en chaque point, l'état final du sel sensible. D'autre part, la courbe des noircissements en fonction des énergies (³) a sa branche ascendante (impressions négatives) beaucoup plus courte et plus rapide que la branche descendante sur laquelle se doivent échelonner les valeurs d'inversion. Enfin il est connu qu'une énergie fort inégale appartient aux diverses radiations élémentaires, et qu'à chaque couleur correspond une courbe de noircissements différente.

Il en résulte évidemment que, même avec une émulsion idéalement panchromatisée (c'est-à-dire qui, pour toutes les radiations, donnerait la même courbe), un apport, après coup, d'énergie nouvelle, uniformément agissante en chaque point, ne peut avoir d'autre effet que de déplacer ensemble, d'une même quantité, dans le sens positif, toutes les ordonnées figuratives du noircissement, mais en altérant, par cela même, leurs longueurs, avec diminution des écarts extrêmes et de toutes les différences respectives.

Soient marquées, sur la courbe ODO′ (*fig.* 1), représentative des noircissements en fonction des énergies, quatre des valeurs à inverser, AP, BQ, CR, DS. Si l'on tenait à ce que la plus grande fût remplacée par une transparence presque absolue, on serait obligé de recourir à un supplément d'énergie SS′, qui pousserait tout le groupe dans une région tellement déprimée A′B′C′D′ qu'il y disparaîtrait presque, en donnant ce que l'on a nommé l'*effaçage*, la *destruction* de l'impression première (⁴). Si, sacrifiant

---

(¹) A. Guébhard, *L'inversion photographique* (*Revue des Sciences photographiques*, t. I, 1904, p. 257-262, 2 pl.; t. II, 1905, p. 97-114 et 161-187, 1 pl.).

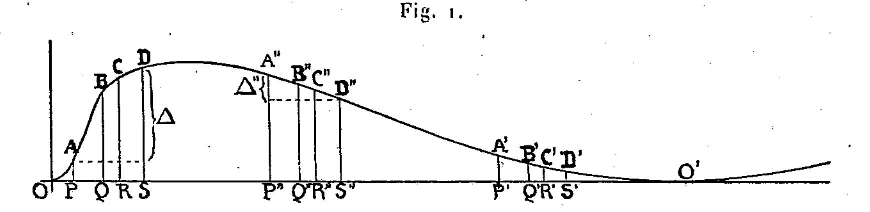
(²) A. Guébhard, *La fonction photographique* (*Journal de Physique*, 4ᵉ série, t. IV, 1905, p. 334-348). — *Explication énergétique simple de quelques vieilles observations dites d'*actions chimiques de la lumière (*Journ. de Phys.*, 4ᵉ série, t. V, 1906, p. 39-52).

(³) A. Guébhard, *Essai de représentation graphique de la loi du développement photographique* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 491).

(⁴) Ou, plus loin, la *régénération*. Car la courbe fonctionnelle ne s'arrête pas à sa première chute vers l'axe, mais repart de cette tangence pour donner des ondulations nouvelles, probablement point périodiques, mais de plus en plus déprimées et étalées. [A. Guébhard, *Vérifications expérimentales de la forme ondulatoire de la fonction photographique* (*Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 105).]

la transparence des blancs, on limite le supplément d'énergie SS″ de façon à s'arrêter dans la région encore convexe de la branche de l'inversion, on peut bien alors réaliser une proportionnalité approximative des différenciations de valeurs, mais toujours

Fig. 1.



Courbe schématique des noircissements en fonction des énergies.

avec une diminution de l'écart extrême Δ″, c'est-à-dire une atténuation des contrastes primitifs, figurés par Δ.

C'est évidemment pour multiplier les chances d'obtenir cette approximation que MM. Lumière, à l'instar des anciens chercheurs, moins heureux, de *positives directes*, surajoutent au premier développement normal toute une série de manipulations, dont, théoriquement, l'apport total d'énergies, les unes positives, les autres négatives, devrait pouvoir être remplacé par l'accroissement d'une seule d'entre elles : l'action, trop laissée dans l'ombre, du *plein jour* (¹). Si cette intervention ne peut être admise plus tôt, c'est qu'évidemment l'action cumulative de toutes les radiations sur la face sensible aurait pour effet de voiler l'action sélective de l'écran trichrome. Mais il n'en serait plus de même si l'intervention se produisait à travers l'écran lui-même; l'effet serait alors, au contraire, d'accentuer finalement les contrastes, en écartant les unes des autres les ordonnées, repoussées inégalement du côté de l'inversion.

Pourquoi ne l'essaierait-on pas en éclairant par en dessous la cuvette en verre du premier développement? L'emploi d'une lumière peu riche en rayons violets, ou d'un verre jaune (²) analogue à l'écran de pose, empêchant le violet d'aller trop vite et trop loin, permettrait de suivre la marche de l'inversion comme sur un cliché noir. Si, d'ailleurs, on ne tenait pas à ce

(¹) Ou, inversement, d'un surdéveloppement, à l'abri du jour, que rend impraticable, en l'espèce, la fragilité des couches et des colorants. [A. GUÉBHARD, *Sur l'inversion photographique de l'image* sous-*posée*, *par* sur*développement lent* (*Bull. Soc. franç. de Photographie*, 2ᵉ série, t. XX, 1903, p. 64-66 et p. 189-190); *Un mode nouveau d'inversion photographique* (*Science, Arts, Nature*, t. VI, 1904, p. 148).]

(²) La cuvette elle-même pourrait être en verre jaune.

notable avantage, rien n'empêcherait de remplacer cette intervention d'énergies lumineuses *a posteriori* par une impression donnée *a priori*, à sec, à travers l'écran jaune, au revers des plaques. Il semble certain, en tout cas, que, limitée à un court minimum, cette impression préliminaire, que l'on ne saurait appeler un *voilage*, puisqu'elle resterait sélective et se bornerait à faire dépasser à chaque granule préventivement son seuil d'impressionnabilité, contribuerait à réduire les temps de pose et, peut-être même, l'importance de l'écran objectif.

Toutes théoriques que soient ces considérations, un nombre assez grand de faits expérimentaux les a motivées, pour que, dans l'impossibilité de les appliquer moi-même, il me semble utile de les signaler aux vérifications nécessaires.

PHYSIQUE. — *Sur la mesure de la dispersion anomale dans les cristaux à diverses températures et sur quelques conséquences théoriques.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Poincaré.

Dans plusieurs Notes précédentes ([1]) on a vu que, sous l'influence d'un abaissement de température, les bandes d'absorption des cristaux de terres rares subissent de grandes variations d'intensité et que leur largeur est proportionnelle à la racine carrée de la température absolue.

On sait que cette loi a été établie par l'observation des franges obtenues en disposant entre deux nicols une lame cristalline et un compensateur de Babinet placé contre la fente du spectroscope. Les perturbations des franges aux environs des bandes d'absorption permettent de mesurer, à diverses températures, la variation de phase entre les deux vibrations transmises par la lame et par conséquent d'évaluer, auprès des bandes non communes aux deux spectres, la variation de l'un des indices de réfraction.

Les plus grandes variations de l'indice, mesurées pour quatre bandes de la *tysonite*, sont indiquées dans le Tableau ci-joint; la sixième décimale peut être considérée comme exacte. Pour trois bandes, la variation de l'indice est, à la température de l'air liquide, 4 à 6 fois plus considérable qu'à la température ordinaire.

([1]) *Comptes rendus*, 25 février, 13 mai, 17 juin 1907, et *Le Radium*, t. IV, n° 9, septembre 1907, p. 328.

λ à 25°.	479μμ,1 (sp. extr.).	517μμ,6 (sp. ord.).	523μμ,5 (sp. ord.).	582μμ,5 (sp. ord.).
Δn à 25°	±0,0000195	±0,0000280	±0,0000184	±0,0000368
Δn à −188°	±0,0001138	±0,0001290	±0,0000733	±0,0000334
ε à 25°	$2,29.10^{-7}$	$2,14.10^{-7}$	$0,710.10^{-7}$	$4,82.10^{-7}$
ε à −188°	$7,23.10^{-7}$	$5,31.10^{-7}$	$1,53.10^{-7}$	$2,35.10^{-7}$
$\frac{\varepsilon_{25°}}{\varepsilon_{-188°}} = \frac{N_{25°}}{N_{-188°}}$	0,317	0,402	0,464	2,05
$\frac{e}{m}$	»	$+2,49.10^{7}$	$-2,48.10^{7}$	»
Ne à 25°	»	$1,01.10^{-5}$	$3,28.10^{-6}$	»
Ne à −188°	»	$2,50.10^{-5}$	$7,07.10^{-6}$	»
Nm à 25°	»	$4,05.10^{-13}$	$1,32.10^{-13}$	»
Nm à −188°	»	$1,00.10^{-12}$	$2,85.10^{-13}$	»
N à 25°	»	$0,89.10^{15}$	$2,90.10^{14}$	»
N à −188°	»	$2,21.10^{15}$	$6,25.10^{14}$	»

Calcul des constantes diélectriques partielles. — Ces résultats peuvent être interprétés dans la théorie de la dispersion. L'indice de réfraction d'un corps transparent peut, en effet, être représenté par la formule suivante :

$$n^2 = 1 + \sum \frac{\varepsilon_h \vartheta^2 (\vartheta^2 - \vartheta_{oh}^2)}{(\vartheta^2 - \vartheta_{oh}^2)^2 + \vartheta^2 \vartheta_h'^2}. \qquad (1)$$

$2\pi\vartheta$ est la période de la lumière, $2\pi\vartheta_{oh}$ la période du milieu d'une des bandes h; ϑ'_h est un paramètre proportionnel à l'amortissement moyen de la vibration des électrons; enfin ε_h est la *constante diélectrique des électrons h*.

Les variations de l'indice permettent de calculer les coefficients diélectriques ε_h; en effet, les bandes étant assez fines pour que $\vartheta - \vartheta_{oh}$ soit négligeable vis-à-vis de ϑ_{oh}, les plus grandes variations de n^2 ont lieu pour $\vartheta = \vartheta_o \pm \frac{\vartheta'}{2}$, et, pour ces valeurs de ϑ, on obtient les formules

$$\Delta(n^2) = 2n\Delta n = \frac{\varepsilon_h \vartheta_{oh}}{2\vartheta'_h}, \qquad (2)$$

$$\varepsilon_h = \frac{4n\Delta n \vartheta'_h}{\vartheta_{oh}}. \qquad (3)$$

Connaissant ϑ'_h et Δn, on calcule ε_h. Les valeurs des coefficients diélectriques à 25° et — 188° (air liquide) sont indiquées dans le Tableau. Il est très important de constater que les coefficients diélectriques sont variables et augmentent, en général, quand la température s'abaisse.

L'énorme augmentation d'intensité que l'on observe pour la majorité des

bandes, en plongeant le cristal dans l'air liquide, ne provient donc pas uniquement du rétrécissement de ces bandes, mais résulte aussi d'une augmentation de l'énergie totale absorbée, corrélative de l'accroissement du coefficient diélectrique.

Charge totale et masse totale des électrons. — Soient e_h et m_h la charge électromagnétique et la masse de l'un des électrons h, N_h le nombre par unité de volume des électrons h vibrant à un même instant, et v la vitesse de la lumière dans l'éther (¹)

$$\varepsilon_h = \frac{4\pi v^2 e_h^2 N_h}{m_h} \vartheta_{oh}^2. \tag{4}$$

D'autre part, l'étude des phénomènes magnéto-optiques et l'application de la théorie de Lorentz ont permis, pour les bandes $517^{\mu\mu},6$ et $523^{\mu\mu},5$, d'évaluer $\frac{e}{m}$ (²); la formule (4) donne donc Ne et Nm, c'est-à-dire la charge totale et la masse totale, par unité de volume, des électrons vibrant à un même instant. Ces valeurs sont indiquées dans le Tableau, et il est intéressant de remarquer quelle faible quantité de matière (10^{-12} à 10^{-13} gramme par centimètre cube) entre en jeu dans ces phénomènes. La masse de cette matière corpusculaire est peut-être entièrement d'origine électromagnétique.

Considérations sur le nombre des électrons. — Si nous *admettons* que la charge de chaque électron est égale à la charge d'un ion gazeux ($e' = ev = 3,4\ 10^{-10}$ unité électrostatique), nous pouvons obtenir une évaluation du nombre N des électrons par centimètre cube. Les nombres ainsi calculés, de l'ordre de 10^{14} à 10^{15}, sont extrêmement faibles, si l'on songe qu'un centimètre cube de gaz à 0° et 760^{mm} contient 10^{19} à 10^{20} molécules, et que le nombre des molécules d'un solide est encore plus grand. Même si les bandes appartiennent à un corps en faible proportion dans le cristal, l'hypothèse que la charge de chaque électron est égale à celle d'un ion gazeux conduit à la conclusion que le nombre moyen des électrons *vibrant à un même instant* est beaucoup plus faible que le nombre des atomes du corps auquel appartient la bande considérée.

Ce résultat permet de conclure, ou bien que la charge e est plus faible

---

(¹) Voir *Le Radium*, t. IV, n° 3, mars 1907, p. 107, et *Physik. Zeitsch.*, t. VIII, n° 19, p. 644.

(²) *Comptes rendus*, 19 août 1907.

que la charge considérée actuellement comme l'atome d'électricité, ou bien, plus vraisemblablement peut-être, que *toutes les molécules ne participent pas simultanément à l'absorption*.

M. Hallo et M. Geest (¹), par des méthodes basées sur l'étude du pouvoir rotatoire magnétique et de la biréfringence magnétique aux environs des raies D, avaient déjà émis les mêmes hypothèses pour la vapeur de sodium.

La variabilité du coefficient diélectrique ε entraîne la variabilité du nombre N qui lui est proportionnel. *Le nombre des électrons absorbants, contribuant à produire une même bande, peut varier du simple au triple entre la température ordinaire et la température de l'air liquide :* ce résultat était tout à fait inattendu.

En terminant, il convient de remarquer que ces conclusions, établies pour les corpuscules produisant les bandes fines des cristaux, ne peuvent nullement être étendues aux ions ou électrons qui ont une influence prépondérante sur la réfraction et la dispersion : on sait en effet que l'indice des solides et des minéraux varie très peu sous l'influence de la température.

PHYSIQUE. — *Effets comparés des rayons X et du radium sur la cellule végétale. Valeur de l'unité* M *en Physiologie végétale.* Note (²) de M. **H. Guilleminot**, présentée par M. Bouchard.

J'ai indiqué dans une précédente Communication (³) un procédé pour déterminer la quantité agissante des rayons X. Je rappelle que l'unité M de quantité que j'emploie est tirée de la comparaison entre la fluorescence du platinocyanure de baryum produite par le tube étudié et celle produite par un étalon de radium placé à une distance fixe. Le nombre d'unités absorbées se calcule, soit en appliquant la loi du carré des distances et en comptant le temps d'application, soit au moyen du totaliseur automatique que j'ai construit à cet usage.

Cela posé, il faut définir quelles sont les propriétés physico-chimiques et surtout physiologiques de cette unité pour les rayons de qualité différente et pour le rayonnement complexe du radium.

J'ai donné au dernier Congrès de l'Association française pour l'avance-

---

(¹) Hallo, *Arch. néerl.*, 2ᵉ série, t. X, 1905, p. 148, et Geest, *Arch. néerl.*
(²) Présentée dans la séance du 4 novembre 1907.
(³) *Comptes rendus*, séance du 28 octobre 1907.

ment des Sciences les résultats d'expériences, les premières qualitatives, les secondes quantitatives, que je poursuis depuis plusieurs années sur l'action des rayons X en Physiologie végétale. La dernière, qui portait sur une centaine de graines de potirons ayant reçu, avant semailles, un nombre variable d'unités M, soit de rayons X peu pénétrants, soit de rayons pénétrants, soit de rayons complexes du radium, a fait prévoir des différences considérables entre le radium et les rayons X. Aussi ai-je entrepris en août, septembre et octobre de cette année une étude comparative méthodique de ces différences.

J'ai semé 36 séries de 20 graines chacune de giroflée de Mahon. Ces séries étaient ainsi réparties : 16 séries ont reçu avant semailles respectivement 10^M, 50^M, 100^M, 250^M, 500^M, 750^M, 1000^M, 1500^M, 2000^M, 3000^M, 4000^M, 5000^M, 7500^M, 10000^M, 15000^M, 20000^M de rayons X, n°s 5-6.

Les 16 autres séries ont reçu les mêmes doses des rayons du radium (ce rayonnement complexe étant mesuré en bloc, je le répète, par l'unité commune tirée de la fluorescence produite sur le platino-cyanure).

Les 4 dernières étaient des témoins : deux dans les conditions moyennes des séries irradiées, la troisième avec exagération des conditions de sécheresse possible (augmentation des pierres et sables de fond, terre moins finement tamisée), la quatrième avec exagération des conditions d'humidité (mauvais drainage, terre très tamisée), afin d'avoir deux témoins moyens et deux extrêmes.

J'ai suivi et photographié ou dessiné chaque jour ces cultures du 20 août au 10 septembre. A ce moment j'ai repiqué quatre échantillons de chaque série : deux des plus forts et deux moyens, et séché le reste. Actuellement les plantes les plus avancées sont arrivées à fleur.

De ces expériences il résulte :

1° Que l'action vraiment caractéristique est un *retard* de croissance lorsque les doses sont assez fortes;

2° Que la dose nettement retardante paraît être 3000^M radium et 15000^M rayons X;

3° Que la dose fatale est voisine de 10000^M radium, tandis que 20000^M de rayons X permettent encore à la plupart des plantes de parcourir les premiers stades de leur croissance et à quelques-unes d'arriver péniblement à l'état adulte;

4° Que l'action accélérante, si elle existe, paraîtrait se produire aux environs de 250^M à 500^M radium et de 5000^M à 7500^M rayons X. Mais, quoique le pourcentage des graines levées ait été un peu plus fort pour ces séries à la fin d'août, quoique l'aspect général des cultures, notamment dans la photographie qui a précédé le repiquage, montre un peu plus de développement,

quoique enfin elles aient été seules jusqu'à présent à donner des fleurs, alors que les témoins sont seulement en boutons, les différences sont trop peu sensibles pour permettre d'affirmer à coup sûr l'accélération.

Cette action excitante possible est certainement l'une des plus intéressantes à étudier. Dans une série de graines de potirons de la dernière saison je n'avais remarqué qu'une très minime accélération chez deux ou trois plantes. Je l'avais attribuée à des différences individuelles. Toutefois les fruits récemment récoltés, présentant un excédent de grosseur assez sensible, je me propose de traiter les graines de ces fruits apparemment accélérés et d'interroger la seconde génération.

Quoi qu'il en soit, ce qui ressort vraiment avec une netteté indiscutable de ces expériences, c'est l'action nocive des hautes doses et la différence des doses nocives quand on compare le radium et les rayons X. Cette différence peut tenir : soit à ce que dans le rayonnement du radium une partie du rayonnement (peut-être les rayons β, les α étant rapidement absorbés par l'air interposé) a des propriétés physiologiques plus actives si on les compare à l'action fluorogène de l'ensemble du rayonnement, soit à ce que la durée de traitement n'est pas la même. Mais, si cette dernière cause était la vraie, il pourrait s'ensuivre de très importantes conséquences en radiothérapie, l'action étant différente suivant qu'on emploie des doses fractionnées ou des doses massives. Pour éclairer cette question, je traite en ce moment de nouvelles séries par des doses fractionnées et espacées, et d'autres par les doses massives ; il y a lieu en outre d'étudier l'action propre à chaque groupe de rayons du radium.

PHYSIQUE. — *Action du bromure de radium sur les pierres précieuses de la famille des Aluminides.* Note de M. F. **Bordas**, présentée par M. d'Arsonval.

L'action du bromure de radium à haute activité sur les corindons produit, comme nous l'avons indiqué dans une Note précédente, des modifications dans la couleur des pierres précieuses composant cette famille.

Ces transformations n'avaient lieu que très lentement ; on peut, en modifiant la technique primitive, obtenir des résultats beaucoup plus rapides et plus parfaits.

La pierre étant immobilisée dans un fragment de liège, on amène, par un dispositif très simple, un tube de bromure de radium de haute activité 1 800 000 en contact direct avec la pierre en expérience.

On change le tube de place au bout de quelques heures, de façon à éviter les taches qui se produiraient inévitablement, et l'on répartit ainsi plus également la coloration.

En soumettant la pierre à l'action de plusieurs sources d'énergie, on arrive en quelques jours au but désiré.

Il n'est nullement nécessaire d'envelopper les tubes de radium avec du papier et encore moins de les placer dans l'obscurité.

L'action des rayons produits par le bromure de radium a lieu à la lumière du jour ; c'est ainsi que nous avons pu transformer en peu de temps des corindons incolores en corindons jaunes (topazes), augmenter l'intensité de la couleur des topazes naturelles et exalter la teinte des rubis légèrement ou à peine colorés. L'émanation est sans action sur les corindons.

Nous avons aussi soumis des perles d'alumine, qui nous ont été fournies par un fabricant de rubis artificiels, à l'action du bromure de radium ; ces perles ne contenaient que des traces infinitésimales de chrome provenant très vraisemblablement des poussières en suspension dans l'air de l'atelier. Nous avons constaté que ces perles presque incolores passaient rapidement au rose, puis au rouge jaune, sous l'influence du radium. Il semble donc que les rubis artificiels réagissent de la même façon que les rubis naturels sous l'influence des rayons émis par le radium. Cette expérience montre aussi que l'on peut, grâce à la radioactivité, déceler des traces de métaux.

Nous avons d'autre part cherché à voir si cette coloration des pierres précieuses sous l'influence du radium était due à une action chimique, à une oxydation des oxydes métalliques. Nous avons placé à cet effet un corindon incolore dans un tube en verre en contact avec 1^{mg} de bromure de radium de haute activité, le tout plongé dans de l'azote liquide, c'est-à-dire à une température de -200°.

L'expérience a montré qu'un corindon ainsi traité commence à se colorer dès les premières heures de contact ([1]); en continuant l'expérience pendant plusieurs jours, dans un récipient de d'Arsonval, on obtient un corindon jaune.

Les réactions chimiques étant à peu près nulles à ces basses températures, le potassium par exemple plongé dans l'oxygène liquide n'éprouvant pas la moindre oxydation, on peut admettre que le phénomène de la coloration des pierres de la famille du corindon n'est pas dû à une oxydation.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLV, 28 octobre 1907.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Fonction diastasique des colloïdes.* Note de M. J. **Duclaux**, présentée par M. Roux.

Un grand nombre de sels métalliques manifestent, en solution aqueuse, des propriétés diastasiques. Les uns induisent l'oxydation de l'hydroquinone (G. Bertrand, A. Job, Fouard); d'autres détruisent l'eau oxygénée (Lœwenhart et Kastle). On a souvent observé que l'action de ces sels était d'autant plus énergique que l'acide en était plus faible, et que, par suite, l'hydrolyse en était plus forte; et ceci a conduit à admettre que la partie active de la solution saline était la partie hydrolysée.

Un moyen simple de vérifier cette hypothèse consiste à étudier des solutions où l'hydrolyse soit totale : une solution colloïdale d'hydrate ferrique de Graham (en réalité oxychlorure Fe^2Cl^6, nFe^2O^3), par exemple, satisfait à cette condition du moment qu'elle renferme plus de 13^{at} de fer environ pour 1^{at} de chlore ($n > 40$). Elle se compose alors de micelles Fe^2Cl^6 nFe^2O^3, en équilibre avec un liquide intermicellaire qui est simplement une solution très étendue d'acide chlorhydrique, ne renfermant pas une quantité appréciable de fer. Ces solutions ont des propriétés variables selon la valeur du nombre n; j'ai étudié leur fonction catalytique vis-à-vis de l'eau oxygénée, qu'elles décomposent rapidement.

L'expérience montre d'abord qu'il n'y a aucun rapport fixe entre la quantité totale de fer (ici complètement hydrolysé) et l'activité catalytique de la solution. La catalyse se faisant comme une réaction du premier ordre, d'après l'équation

$$\log q = \log q_0 - kt,$$

le coefficient k qui en mesure la vitesse, proportionnelle à l'activité du catalyseur, varie, dans des solutions contenant uniformément $\frac{1}{1000}$ en poids d'oxyde ferrique, suivant la nature de ces solutions (c'est-à-dire selon la valeur de n) de 0,00064 à 0,021 ou de 1 à 33, en augmentant, à peu près régulièrement, en même temps que n.

A mesure que n croît et que le colloïde s'appauvrit en chlore, le liquide intermicellaire devient de moins en moins acide. Or l'eau oxygénée est plus stable en liqueur acide qu'en liqueur neutre, ce qu'on peut attribuer à une rétrogradation de sa dissociation électrolytique en présence des ions H, qui sont communs à elle et à l'acide. Admettant que cette rétrogradation est proportionnelle à l'acidité du milieu, nous pouvons chercher à rendre les nombres k plus constants en multipliant chacun d'eux

par un nombre exprimant, pour chaque cas, cette acidité : car le produit donnera l'activité catalytique vraie, indépendamment de la plus ou moins grande dissociation de l'eau oxygénée. Mais ces nouveaux nombres sont encore très variables, de 5.10^{-8} à 300.10^{-8} : décroissants, cette fois, quand n augmente.

Ainsi, ni d'une façon ni de l'autre, l'activité diastasique n'est proportionnelle à la quantité de fer hydrolysé, c'est-à-dire ici à l'état colloïdal : mais la variation régulière des nombres semble indiquer qu'il faut tenir compte de la composition du complexe colloïdal qui renferme ce fer et que nous représentons par la formule

$$Fe^2Cl^6, n\,Fe^2O^3.$$

On sait d'ailleurs que le chlore, toujours présent dans l'hydrate de Graham, et que nous supposons dans la formule précédente y exister à l'état de chlorure ferrique, ne doit pas être considéré comme une impureté, mais comme un élément essentiel. Ce chlorure ferrique constitue ce que j'ai appelé la *partie active* du colloïde et c'est de lui que dépendent les propriétés physiques ou chimiques [stabilité, coagulabilité, pression osmotique (1)]. Pour voir si c'est encore de cette partie active que dépendent les propriétés diastasiques, il suffit de mesurer les coefficients k pour des solutions de même teneur, non plus en fer total, mais en fer *actif*, en entendant par ce mot celui qui constitue la partie active : en faisant, comme précédemment, la correction due à la plus ou moins grande acidité du milieu.

Les coefficients ainsi obtenus (ramenés par le calcul à une concentration normale en fer actif) sont concordants. Je les ai déterminés pour quatorze solutions tout à fait différentes, et les extrêmes ont été 0,0009 et 0,0022. Mais la concordance est, en réalité, bien meilleure qu'il ne semble résulter de cet écart, et la discussion des résultats montre que les nombres, sauf deux, ne s'écartent pas de la moyenne d'une quantité supérieure à l'erreur possible.

Ainsi nous pouvons considérer notre hypothèse comme suffisamment vérifiée. C'est encore la *partie active* du colloïde qui règle les propriétés catalytiques. Or si, dans la solution colloïdale, l'hydrolyse est totale, en ce sens qu'il n'y a plus de fer dans le liquide intermicellaire, elle ne l'est pas en ce sens que la micelle retient du chlorure ferrique *non décomposé* : et

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 344. — *Journal de Chimie physique*, t. V, p. 29. Des considérations analogues ont été développées par M. Nicolardot (*Thèse de Doctorat*), qui en a fait la base d'une théorie toute différente.

c'est justement ce sel non hydrolysé qui est actif, ce qui permet de dire, à l'inverse de ce qu'on pouvait penser, que *la partie hydrolysée du sel ferrique n'intervient pas dans la catalyse.*

Une conséquence de ce fait nous apporte une vérification nouvelle. Si les propriétés de la partie active (Fe^2Cl^6) sont indépendantes de la présence en plus ou moins grande quantité de la partie inactive (hydrate ferrique), elles doivent rester les mêmes quand, à la limite, il n'y a plus d'hydrate : quand l'hydrolyse sera nulle, comme elle l'est dans les solutions acides récentes de chlorure ferrique. Et, en effet, l'activité catalytique du fer, représentée dans le complexe colloïdal par le nombre moyen 1,8, l'est dans le sel non hydrolysé par un nombre voisin de 2,5. Il est remarquable que ces nombres soient aussi voisins : c'est une preuve de plus que l'hydrolyse ne joue pas le rôle qu'on lui attribue, et, si nous nous rappelons que la partie active du colloïde est, selon toute apparence, dissociée en ions comme le chlorure lui-même, nous aurons l'interprétation la plus simple des phénomènes en disant que *la propriété catalytique est une propriété de l'ion.*

La *partie active* du colloïde peut n'être, pondéralement, qu'une fraction très faible de l'ensemble. Ainsi on peut suivre des catalyses dans des liquides contenant seulement $0^g,015$ de fer au litre : mais il n'y a que $\frac{1}{300}$ environ de ce fer qui est actif, soit $0^{mg},05$ ou $\frac{1}{20\,000\,000}$. Cette partie active est très sensible aux impuretés qui peuvent exister dans le liquide : certains sels la détruisent, et l'on peut s'attendre à ce qu'ils détruisent en même temps la propriété catalytique, *empoisonnent* le colloïde, et ceci à très faible dose puisque la partie active du colloïde est elle-même très petite.

J'ai vérifié cette conséquence sur deux sels,

$$SO^4K^2 \quad \text{et} \quad Fe(CN)^6K^4;$$

qui tous deux ont une action énergique sur la partie active du colloïde ferrique. Je rappelle que cette action consiste en une simple substitution chimique, une double décomposition ordinaire :

$$Fe^2Cl^6,\ n\,Fe^2O^3 + 3SO^4K^2 = Fe^2(SO^4)^3,\ n\,Fe^2O^3 + 6KCl.$$

Dans certains cas il a suffi d'ajouter à une solution d'hydrate ferrique $\frac{1}{200\,000}$ en poids de SO^4K^2 pour *doubler* la durée de la catalyse. Avec le ferrocyanure, il a suffi de $\frac{1}{5\,000\,000}$ pour allonger cette durée d'un tiers. Ce nombre est tout à fait de l'ordre de grandeur de ceux qu'a obtenus Bredig pour l'empoisonnement, par H^2S ou HCN, de son platine colloïdal; ou de ceux qu'on obtient dans l'étude des autres catalases. On voit que la petitesse de ces nombres, surprenants au premier abord, s'explique aisément par de simples réactions chimiqnes quantitatives, qui se trouvent seulement pouvoir être décelées par un procédé beaucoup plus sensible que ceux de l'analyse.

CHIMIE MINÉRALE. — *Actions sur l'or du bioxyde de sodium et du bioxyde de baryum. Aurates.* Note (¹) de M. **Fernand Meyer**, présentée par M. H. Le Chatelier.

I. Si l'on fond du bioxyde de sodium dans un creuset de nickel et si l'on y ajoute de l'or précipité, les corps réagissent très vivement, les parcelles d'or sont portées au rouge vif. On chauffe une dizaine de minutes, le nickel donne de l'oxyde et une portion de l'or reste, en général, inaltérée. On reprend la masse par l'eau; l'or et l'oxyde de nickel restent sur le filtre; la solution, d'un jaune verdâtre, contient de l'*aurate de sodium*, de la soude en excès et du carbonate de sodium provenant de l'action de l'air et de la flamme du gaz. Cet aurate, dont la préparation est simple et rapide, nous a permis de préparer l'acide aurique et quelques aurates.

Le bioxyde de baryum attaque aussi l'or; la réaction est beaucoup moins complète que la précédente. Si l'on chauffe au rouge sombre un mélange d'or précipité et de bioxyde de baryum pur, la masse se colore en vert clair. Reprise par l'eau, elle donne une solution contenant de l'*aurate de baryum*, de la baryte et du carbonate de baryum.

II. A partir de l'aurate, nous avons préparé l'hydrate aurique par l'action de l'acide sulfurique, en employant les précautions indiquées par Frémy (²). En présence de l'incertitude qui règne sur le degré d'hydratation de ce corps, nous avons fait plusieurs analyses complètes, dosant l'or et l'eau en poids, l'oxygène en volume. L'acide aurique précipité de l'aurate, abandonné dans le vide et *dans l'obscurité*, en présence d'acide sulfurique, répond à la formule $Au^2O^3, 3H^2O$, comme l'indique en particulier Wittstein. Kruss a décrit l'hydrate Au^2O^3, H^2O qu'il écrit AuO.OH. L'hydrate que nous avons préparé est écrit d'ordinaire $Au(OH)^3$. Les formules concordantes des aurates nous le font formuler $Au^2O^2(OH)^2, 2H^2O$.

III. Frémy prépara et analysa l'aurate de potassium. L'aurate de baryum a été récemment préparé par F. Weigand (³) qui, y dosant l'or et le baryum, lui attribue la formule $Au^2O^4Ba, 5H^2O$.

(¹) Présentée dans la séance du 4 novembre 1907.

(²) Frémy, *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. XXXI, p. 478.

(³) F. Weigand, *Zeit. für angew. Chemie*, t. XIX, 1906, p. 139.

Nous avons préparé et analysé les précédents et de plus les aurates de sodium, de calcium et de strontium.

L'acide aurique précédemment préparé est traité par une solution de soude *à l'abri du gaz carbonique de l'air*. La solution vert foncé contenant l'aurate et un excès de soude est abandonnée dans le vide sec, à l'obscurité. Il se dépose des aiguilles vert clair ayant jusqu'à $1^{cm},5$ de longueur. Ces aiguilles sont séparées de la soude et lavées. Nous avons aussi séparé par l'alcool qui ne dissout pas l'aurate et enlève la soude. Il faut opérer rapidement pour éviter une réduction de l'aurate par l'alcool. Les traces de carbonate que contient l'aurate y restent contenues. La préparation de l'aurate de potassium est identique et plus facile.

Nous avons préparé les aurates alcalino-terreux en faisant réagir sur une solution d'aurate alcalin de la chaux, de la strontiane, de la baryte dissoutes. On obtient des précipités très volumineux d'un vert clair, retenant beaucoup d'eau. Ces précipités sont lavés, séchés dans le vide à l'obscurité; il reste des poudres vert clair très légères, altérables à la lumière et contenant de petites quantités des carbonates correspondants.

Nous avons préparé aussi les aurates alcalins en petite quantité par l'action des sulfates sur la solution de l'aurate de baryum qui est un peu soluble.

Les aurates ont été analysés en les décomposant pendant 20 minutes par la chaleur au rouge dans un creuset de platine, l'or dosé à l'état métallique, le métal alcalin ou alcalino-terreux à l'état de sulfate. On a tenu compte, chaque fois, en dosant CO^2 sur un échantillon, de la quantité de carbonate que nous n'avons pu éviter complètement. L'ensemble des analyses est représenté par les formules

$$(AuO^2)^2Na^2 \quad (AuO^2)^2K^2 \quad (AuO^2)^2Ca \quad (AuO^2)^2Sr \quad (AuO^2)^2Ba.$$

Les aurates sont des corps stables à chaud lorsqu'ils sont secs. Leur degré d'hydratation est difficile à préciser. Les aurates alcalino-terreux fraîchement précipités sont presque gélatineux et un peu solubles dans l'eau. Puis il se dépose, dans la liqueur filtrée, un hydrate cristallisé dont la solubilité est de l'ordre de $\frac{1}{1000}$ seulement.

La déshydratation est lente dans le vide sec et à l'obscurité; les analyses successives ne vont pas sans une altération à la lumière des aurates; la limite vers laquelle on tend est, pour les aurates de potassium, calcium, strontium, baryum, de 6^{mol} d'eau pour 1^{mol} d'aurate. L'aurate de sodium a donné $2H^2O$ seulement.

En solution, la chaleur et la lumière décomposent les aurates. Le résidu que Frémy prit pour de l'or est l'oxyde aureux Au^2O, d'un noir violet, soluble dans l'acide chlorhydrique.

L'anhydride sulfureux donne de l'or métallique. L'alcool réduit lentement en donnant de l'or et en passant à l'état d'aldéhyde. Les acides sulfurique et azotique en solutions étendues donnent les sels correspondants et de l'acide aurique. L'acide chlorhydrique dissout les aurates en donnant du chlorure d'or et un chlorure alcalin ou alcalino-terreux. A sec les matières organiques comme le papier donnent de véritables poudres détonantes par la chaleur.

En résumé nous avons préparé l'aurate de sodium par action de l'or sur Na^2O^2, l'aurate de baryum par BaO^2. Nous avons établi la formule encore douteuse de l'acide aurique en analysant les aurates connus, en préparant et analysant les aurates nouveaux de Na, Sr, Ca. Chemin faisant nous avons préparé l'oxyde aureux Au^2O.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'ioduration dans le vide de quelques éléments*
Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. Le Chatelier.

Je suis arrivé à produire l'ioduration de certains éléments, en tubes scellés, à température élevée, sans développer à l'intérieur des tubes une pression supérieure à la pression atmosphérique.

Pour préparer l'iodure ferreux anhydre, par exemple, dans un tube de verre peu fusible, fermé à une extrémité, on introduit du fil de fer et de l'iode. Un petit tampon d'amiante calciné sépare les deux éléments. On étire le tube et on le met en relation avec une trompe à mercure. Lorsqu'il est vidé, on chauffe la partie contenant le fer vers 500°, sans chauffer l'iode, pour chasser les gaz que contient le métal; enfin, on fond la partie rétrécie du tube.

On dispose alors ce tube: une moitié, celle où se trouve le fer, sur une grille à gaz; l'autre moitié, celle qui contient de l'iode, dans un bain d'air, ou mieux dans un petit bloc de fonte percé de trous.

On donne à la grille et au bloc une légère inclinaison, de façon que le fer se trouve dans la partie la plus haute et l'iode dans la partie la plus basse.

On chauffe ensuite la moitié qui est dans la grille vers 500°, l'autre moitié vers 180°. L'iode se vaporise ainsi, sans que sa tension dépasse une atmosphère, et sa vapeur va se combiner peu à peu au fer porté à 500°.

L'iodure ferreux formé se sublime lentement et va cristalliser non loin de la région la plus chaude. L'ioduration se poursuit sans aucune surveillance.

Si l'on a employé un petit excès d'iode, on le chasse finalement vers une extrémité du tube.

Si l'on a employé un excès de fer, tout l'iode disparaît.

L'iodure ferreux cristallisé anhydre est un exemple curieux de sel ferreux anhydre de couleur rouge foncé.

J'ai préparé de la même façon l'iodure de nickel anhydre en lamelles d'un gris foncé et un iodure d'uranium dont je poursuis l'étude.

Il existe des iodures se formant à température élevée, qui sont très volatils et pour lesquels le dispositif que je viens de décrire ne donne pas de résultat rapide : l'iodure en vapeur et la vapeur d'iode se mélangent lentement, ce qui empêche l'arrivée de l'iode jusqu'à l'autre élément.

Pour préparer ces iodures, il faut employer un tube scellé maintenu non plus à deux températures, mais à trois températures différentes.

Ce tube est deux fois courbé, de façon que la partie médiane, longue de 35^{cm}, puisse être placée horizontalement sur une grille à gaz, tandis que les deux parties extrêmes, longues chacune de 12^{cm} environ, sont légèrement inclinées vers le bas.

L'iode occupe l'une des deux extrémités inclinées, et la substance à iodurer est placée entre deux petits tampons d'amiante, dans la partie horizontale qui est sur la grille à gaz.

Pour produire la combinaison, l'élément à iodurer étant à 500° sur la grille à gaz, l'iode est porté vers 180° et l'autre extrémité reste à 15°. C'est ici que vient se condenser l'iodure formé.

L'ioduration est très rapide dans ce tube où il se produit une distillation de l'espace à 180° vers l'espace à 15°, à travers la partie centrale à 500°.

L'iodure de silicium SiI^4 se forme très rapidement avec ce dispositif ; il en est de même de l'iodure d'aluminium.

En résumé, il est avantageux de produire l'ioduration d'éléments qui ne se combinent à l'iode qu'à température élevée, dans des tubes scellés, vides de gaz, chauffés à deux ou trois températures différentes, dans lesquels on arrive à maintenir la pression au-dessous d'une atmosphère.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'arsenic amorphe sur les dérivés alcoylhalogénés.* Note de **V. Auger**, présentée par M. A. Haller.

L'arsenic amorphe, tel qu'on l'obtient en précipitant une solution chlorhydrique d'anhydride arsénieux par le chlorure stanneux ou par un hypo-

phosphite, jouit d'une très grande activité chimique. Ainsi, par exemple, il s'unit à la température ordinaire avec l'iodure de méthyle, tandis que Cahours [1] dut chauffer à 160°-200° cet iodure avec l'arsenic ordinaire pulvérisé pour obtenir une réaction.

J'ai fait réagir cet arsenic sur un certain nombre de substances halogénées et obtenu les résultats suivants :

Action de l'arsenic amorphe sur le tétrachlorure de carbone. — En chauffant en tube scellé vers 160° un mélange de ces deux substances, on obtient un mélange de bichlorure d'arsenic et d'hexachlorure de carbone, formés suivant :

$$6\,C\,Cl^4 + 2\,As = 2\,As\,Cl^3 + 3\,C^2Cl^6.$$

Action de l'arsenic amorphe sur le chloroforme. — En opérant comme précédemment, je n'ai pu obtenir que du chlorure d'arsenic, du gaz chlorhydrique et du carbone amorphe. La réaction a dû se passer en grande partie suivant :

$$3\,HC\,Cl^3 + 2\,As = 2\,As\,Cl^3 + 3\,H\,Cl + 3\,C.$$

Action de l'arsenic amorphe sur le bromure d'éthylène, et sur l'iodure d'éthylène. — On a obtenu exclusivement de l'éthylène, en même temps que $As\,Br^3$ ou $As I^3$.

Action de l'arsenic amorphe sur les iodures alcoylés. — Cahours (*loc. cit.*) obtient, en chauffant l'arsenic pulvérisé avec l'iodure de méthyle à 180°, un mélange de $(CH^3)^4AsI$ et AsI^3. La réaction est toute différente lorsqu'on opère à la température ordinaire, ou au bain-marie, avec l'arsenic amorphe. Le produit de la réaction est formé de AsI^3, $(CH^3)^4AsI$ et CH^3AsI^2. La quantité d'iodure de méthylarsine est considérable; c'est le produit principal de la réaction; il se forme aussi, en petite proportion, de l'iodure de cacodyle.

L'iodure d'éthyle réagit plus lentement sur l'arsenic amorphe, et il est nécessaire de chauffer le mélange à 100° pendant une journée pour obtenir une réaction totale. Les produits formés consistent en : AsI^3 16 pour 100; $(C^2H^5)^4AsI$ 16 pour 100 et $C^3H^5AsI^2$ 60 pour 100. On n'a pas pu nettement affirmer la formation de $(C^2H^5)^2AsI$.

Les iodures gras supérieurs (butyle, isobutyle, butyle tertiaire, amyle) réagissent tous de 120° à 140° sur l'arsenic amorphe; les produits obtenus sont actuellement à l'étude.

Action de l'arsenic amorphe sur l'iodoforme. — Un mélange de ces deux substances, chauffé au bain-marie, réagit au bout de peu de temps avec explosion; on ne peut obtenir de bons résultats qu'en opérant en présence d'un solvant neutre : benzène ou toluène. En chauffant ce mélange au bain-marie, la réaction est terminée en quelques heures. On distille le solvant et l'on obtient une huile cristalline, noire, très dense,

(1) CAHOURS, *Liebigs Ann.*, t. CXXII, p. 192.

qui n'a pas été purifiée, mais qu'on a soumise de suite à l'oxydation avec l'acide nitrique à froid. On filtre le magma obtenu, très chargé en iode, et, après l'avoir lavé à l'eau froide, on évapore lentement, sans dépasser 40° à 50°, la solution acide. Elle laisse déposer à froid de beaux cristaux jaunâtres qu'on purifie par une nouvelle cristallisation dans l'eau chaude.

Quant à la masse noire insoluble, on la traite à plusieurs reprises par le benzène ou le toluène bouillants pour enlever l'iode qu'elle contient. La partie insoluble est une masse pulvérulente, rougeâtre, formée d'un acide qu'on purifie facilement par dissolution dans l'ammoniaque et précipitation à froid par l'acide acétique ou l'acide nitrique.

Comme on le verra par la suite de cette étude, la réaction s'est passée quantitativement suivant l'équation

$$3\,CHI^3 + 2\,As = (CHI^2)AsI^2 + (CHI^2)^2 = AsI.$$

Il ne se fait que des traces de triiodure d'arsenic provenant d'un reste d'humidité des substances mises en œuvre. L'oxydation nitrique déplace l'iode de ces iodures en donnant naissance aux deux acides correspondants :

1° $$(CHI^2)AsI^2 + 4\,NO^3H = (CHI^2)\,As\begin{cases} O \\ OH \\ OH \end{cases} + 4\,NO^2 + H^2O,$$

2° $$(CHI^2)^2AsI + 3\,NO^3H = (CHI^2)^2As\begin{cases} =O \\ OH \end{cases} + 3\,NO^2 + H^2O.$$

Propriétés de l'acide di-iodométhylarsinique : $(CHI^2)AzO(OH)^2$. — Cet acide cristallise de sa solution aqueuse avec $1\,H^2O$, en grandes tables jaunâtres efflorescentes. Il fournit des sels solubles avec 2^{mol} d'alcali monovalent; son *sel d'argent* est un précipité blanc insoluble dans l'eau. L'acide nitrique, à l'ébullition, le décompose assez rapidement avec mise en liberté d'iode et formation d'acide arsénique. Les alcalis aqueux, à chaud, le décomposent quantitativement suivant :

$$(CHI^2)AsO^3H^2 + 2\,NaOH = CH^2I^2 + AsO^4HNa^2 + H^2O.$$

L'acide chlorhydrique l'altère très rapidement, mais on n'a pas encore déterminé la nature des produits formés. Analyse : Un dosage d'iode d'après Carius a fourni : I 62,05 pour 100, calculé 61,95. Mis au dessiccateur dans le vide sur PO^3H, cet acide a perdu 4,39 pour 100 d'eau; théorie 4,39. L'acide dissous dans l'eau, saturé exactement à la soude normale, puis additionné de nitrate d'argent $\frac{N}{10}$, a fourni, en calculant son poids moléculaire d'après la quantité d'argent employée pour le précipiter : PM = 400 à 416; calculé 410.

Propriétés de l'acide tétraiodocacodylique $(CHI^2)^2 = Az\begin{cases} OH \\ O \end{cases}$. — On obtient cet acide à l'état pur en précipitant, par l'acide nitrique dilué, une solution de son sel de sodium ou d'ammonium. Il forme de petits cristaux jaune soufre insolubles dans l'eau, solubles dans 50 parties d'acide acétique à l'ébullition, et dans 8 à 10 parties d'acide

nitrique bouillant. Ce dernier acide l'altère d'ailleurs rapidement et, après quelques heures d'ébullition, le décompose totalement avec formation d'acide arsénique, d'iode et d'acide carbonique.

La soude, à chaud, le décompose, comme le précédent, en iodure de méthylène et arséniate : $(CHI^2)^2AsOOH + 2NaOH = 2CH^2I^2 + AsO^4Na^2H$. Il a donné à l'analyse : I pour 100 trouvé 78,8 ; calculé 79,1. Son *sel de sodium*, obtenu par saturation de l'acide avec le carbonate de soude, est très soluble dans l'eau ; il cristallise de l'alcool à 90° en grandes tables jaunâtres contenant $6H^2O$. On a trouvé à l'analyse, en le laissant s'effleurir au dessiccateur, sur PO^3H : eau 14,20 pour 100, calculé 14,17. Je continue actuellement l'étude de ces acides ainsi que celle des produits analogues obtenus par l'action de l'iodure de méthylène sur l'arsenic amorphe.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Iodhydrines et alkyliodhydrines dérivées du styrolène.* Note de M. **Marc Tiffeneau**, présentée par M. Haller.

Lorsqu'on soumet le styrolène à l'action de l'iode en présence d'oxyde jaune de mercure, il n'est pas indifférent d'opérer en solution éthérée ou alcoolique ; dans le premier cas, en effet, on obtient exclusivement l'iodhydrine $C^6H^5 - CHOH - CH^2I$; dans le second cas, au contraire, il se forme, à côté d'une quantité variable de la même iodhydrine, les alkyliodhydrines [1] $C^6H^5 - CHOR - CH^2I$, où R varie suivant la nature de l'alcool employé.

Dans tous ces composés, la fixation de IOH ou IOR sur la liaison éthylénique a lieu suivant un mode unique que j'ai déjà signalé dans une Note antérieure [2] : l'oxhydrile (ou le groupe alkoxy) se fixe toujours sur le carbone voisin du radical aromatique, tandis que l'atome d'iode se porte sur le carbone le plus éloigné. Dans le cas des alkyliodhydrines, la démonstration de ce mode de fixation est immédiatement fournie par la facile transformation de ces composés (par la potasse alcoolique) en α-alkoxystyrolènes bien connus [3]

$$C^6H^5 - CH(OR) - CH^2I \xrightarrow{-HI} C^6H^5 - C(OR) = CH^2.$$

Pour l'iodhydrine $C^6H^5 - CHOH - CH^2I$, outre les preuves déjà four-

(1) Entrevue par Lippmann (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 968) dans la série aliphatique, la formation des alkyliodhydrines a été étudiée par Brunel dans la série hydroaromatique (*Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. VI, p. 223-226).

(2) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 649.

(3) Moureu, *Bull. soc. Chim.*, 3e série, t. XXXI, p. 525.

nies antérieurement (¹), j'ai pu constater que par distillation, même dans le vide, la décomposition de cette iodhydrine ne tarde pas à se produire avec dégagement de HI et avec production d'acétophénone et non d'aldéhyde phénylacétique

$$C^6H^5-CH(OH)-CH^2I \xrightarrow{-HI} C^6H^5-C(OH)=CH^2 \rightarrow C^6H^5-CO-CH^3;$$

enfin, les alkylates de sodium ou même simplement la potasse alcoolique transforment cette iodhydrine en monoéthers du phénylglycol, lesquels sont transformés par ébullition avec l'acide sulfurique au cinquième en aldéhyde phénylacétique et non en acétophénone

$$C^6H^5-CHOH-CH^2I \xrightarrow{RONa} C^6H^5-CHOH-CH^2OR,$$
$$C^6H^5-CHOH-CH^2OR \xrightarrow{-H^2O} C^6H^5-CH=CHOR \rightarrow C^6H^5-CH^2-CHO.$$

Iodhydrine du phénylglycol $C^6H^5-CHOH-CH^2I$. — On l'obtient en faisant agir l'iode sur une solution de styrolène dans l'éther lavé à l'eau et tenant en suspension de l'oxyde jaune de mercure; on filtre, on lave à l'eau iodurée et bisulfitée, puis à l'eau pure; on sèche au sulfate de soude et l'on chasse l'éther par le vide; on maintient quelque temps sous le vide au bain-marie pour chasser le styrolène. Le produit incolore ainsi obtenu possède une densité de 1,667 à 0°; il distille vers 148°-152° sous 18^{mm}, mais se décompose bientôt fortement avec production d'acétophénone.

Par chauffage avec du méthylate de sodium, cette iodhydrine se transforme en éther ω-monométhylique du phénylglycol $C^6H^5-CHOH-CH^2OCH^3$ (éb. 132° sous 18^{mm}, 237°-238° sous 760^{mm}; $d_0 = 1,080$) et en un composé $C^{16}H^{16}O^2$ bouillant à 195°-197° sous 18^{mm}; $d_0 = 1,098$, fixant Br^2 et se décomposant facilement en acétophénone.

Avec la potasse alcoolique, on obtient de même l'éther ω-monoéthylique (éb. 242°-243° sous 760^{mm}; $d_0 = 1,054$), puis une portion élevée bouillant vers 187°-190° sous 15^{mm}. Dans ces deux traitements, quand l'action de l'alcali n'a pas été complète, il se produit vers 190°-200° sous 15^{mm} une décomposition brusque d'un produit iodé qui pourrait être l'oxyde $C^6H^5-CHOH-CH^2-O-CH(C^6H^5)-CH^2I$.

Agitée en solution éthérée avec de la potasse sèche, l'iodhydrine du phénylglycol fournit, comme il a été déjà décrit (²), l'oxyde de styrolène en même temps que des produits à point d'ébullition élevé analogues aux précédents. Le nitrate d'argent en solution concentrée transforme l'iodhydrine du phénylglycol en phénylacétaldéhyde.

Méthyliodhydrine du phénylglycol $C^6H^5-CH(OCH^3)-CH^2I$. — Elle résulte de l'action de $I + HgO$ sur le styrolène en solution dans l'alcool méthylique; la petite quantité d'iodhydrine formée est transformée en oxyde par traitement à la potasse en poudre. Par rectification, on obtient la méthyliodhydrine du phénylglycol, bouillant

(¹) Tiffeneau, *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. X, p. 348.

(²) Fourneau et Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1595.

vers 135°-138° (corr.) sous 14^mm; $d_0=1,596$; à la pression ordinaire, elle distille vers 245°-250° en se décomposant peu à peu.

La potasse alcoolique la transforme en α-méthoxystyrolène [éb. 196°-197° (corr.); $d=1,0178$]; le nitrate d'argent la transforme en phénylacétaldéhyde, vraisemblablement avec formation intermédiaire de ω-méthoxystyrolène, qui est hydrolysé par l'acide nitrique mis en liberté :

$$C^6H^5-CH(OCH^3)-CH\,HI \rightarrow CHOCH^3(OCH^3)=CH-C^6H^5 \rightarrow CHO-CH^2-C^6H^5;$$

l'acétate d'argent agit de même; l'oxyde d'argent agit également peu à peu sur la solution alcoolique de la méthyliodhydrine avec formation finale de phénylacétaldéhyde; mais, dans ce cas, les produits intermédiaires n'ont pas pu être examinés.

Éthyliodhydrine du phénylglycol $C^6H^5-CH(OC^2H^5)-CH^2I$. — Elle est obtenue comme la précédente (éb. 142°-144° sous 16^mm; $d_0=1,530$). La potasse alcoolique la transforme en α-éthoxystyrolène [éb. 209°-210° (corr.); $d_0=0,991$].

Amyliodhydrine du phénylglycol $C^6H^5-CH(OC^5H^{11})-CH^2I$. — Elle bout vers 170°-175° sous 15^mm; la potasse alcoolique la transforme en α-amyloxystyrolène bouillant vers 255°-259°; $d_0=0,943$; le nitrate d'argent la transforme en phénylacétaldéhyde avec mise en liberté d'acide nitrique et d'alcool amylique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'urée, de la thiourée, de l'uréthane et de quelques amides sur le xanthydrol.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

1. L'oxydryle du xanthydrol s'empare aisément d'un atome d'hydrogène d'un certain nombre d'amides primaires pour produire 1^mol d'eau, tandis que le radical xanthyle se soude au radical de l'amide. On forme ainsi une monoamide monoxanthylée

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH.OH + HNH.CO-R = H^2O + \left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right][NH.CO.R].$$

2. Avec les diamides non substituées, telles que l'urée, la thiourée, le xanthydrol produit deux fois cette réaction. 1^mol de diamide se combine avec 2^mol de xanthydrol; 2^mol d'eau s'éliminent et l'on obtient une diamide dixanthylée

$$\begin{matrix}O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH.OH & HNH\diagdown \\ + & \quad CO \\ O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH.OH & HNH\diagup\end{matrix} = 2H^2O + \begin{matrix}\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right].NH\diagdown \\ \qquad CO, \\ \left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right].NH\diagup\end{matrix}$$

$$\begin{array}{l} O\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle CH.OH \\ \qquad\qquad + \\ O\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle CH.OH \end{array} \begin{array}{l} HNH \\ HNH \end{array}\Big\rangle CS = 2H^2O + \begin{array}{l} \left[O\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle CH\right].NH \\ \left[O\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle CH\right].NH \end{array}\Big\rangle CS.$$

3. Une seule molécule de xanthydrol réagit sur la sulfo-urée monophénylée pour donner naissance à la sulfo-urée phénylée-monoxanthylée

$$O\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle CH.OH + \begin{array}{l} H.NH \\ NH \\ | \\ C^6H^5 \end{array}\Big\rangle CS = H^2O + \left[O\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle CH\right].NH - \begin{array}{l} CS \\ | \\ NH.C^6H^5 \end{array}.$$

4. Les monoamides xanthylées et les diamides dixanthylées rompent très aisément leur molécule sous l'influence des hydracides. L'hydrogène de l'hydracide se porte à l'azote du radical azoté et régénère l'amide, l'halogène se fixe sur le xanthyle pour donner le sel de xanthyle instable.

$$\left[O\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle CH\right][NH.CO.R] + H.Cl = NH^2.CO.R + CH\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle O.Cl,$$

$$\begin{array}{l} \left[O\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle CH\right].NH \\ \left[O\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle CH\right].NH \end{array}\Big\rangle CO + 2HCl = \begin{array}{l} NH^2 \\ NH^2 \end{array}\Big\rangle CO + 2CH\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle O.Cl.$$

La *dixanthylurée* résulte d'une double substitution xanthylée à 2^{at} d'hydrogène de l'urée. C'est très vraisemblablement un dérivé symétrique

$$\left[O\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle CH\right] NH - CO - NH \left[CH\left\langle\begin{smallmatrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{smallmatrix}\right\rangle O\right].$$

Elle cristallise en aiguilles soyeuses, très légèrement teintées en rose. Elle fond avec décomposition, tube étroit, en un liquide coloré, à des températures variant avec la durée du chauffage. C'est ainsi que nous avons constaté que le point de fusion-décomposition se produisait suivant la vitesse de l'élévation de température à 250°, à 253°-254°, à 257°-258°. Les alcalis aqueux à l'ébullition ne paraissent pas l'altérer. Les hydracides scindent sa molécule. Nous nous proposons de rechercher si cette nouvelle combinaison permet d'isoler et de caractériser de petites quantités d'urée. Cette étude nous semble mériter d'être poursuivie, car la dixanthylurée est insoluble dans l'eau bouillante, peu soluble dans l'alcool à l'ébullition; son poids moléculaire est 7,3 fois plus grand que celui de l'urée.

La *dixanthylthio-urée* $\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]NH-\underset{\overset{\|}{S}}{C}-NH\left[CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O\right]$

cristallise de l'acide acétique bouillant en fines petites aiguilles, se décomposant en fondant, en tube étroit, au-dessous ou au-dessus de 200° suivant la durée du chauffage.

La *thio-urée phénylée-xanthylée* $\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]NH-\underset{\overset{\|}{S}}{C}-NH.C^6H^5$

cristallise en aiguilles soyeuses blanches; chauffée, en tube étroit, elle verdit au delà de 170°, puis fond en un liquide bleu dont la nuance vire très rapidement au marron. Point de fusion variable avec la vitesse de l'élévation de température du bain.

Xanthyluréthane : $\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right].NH.COOC^2H^5$. — Fines aiguilles. Fusion, tube étroit, 168°-169° n. c.

Xanthylacétamide : $\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right][NH.CO.CH^3]$. — Aiguilles blanches. Fusion Hg avec sublimation vers 245° n. c. En tube étroit, 238° à 244° n. c.

Xanthylpropionamide : $\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right][NH.CO.CH^2.CH^3]$. — Belles aiguilles incolores fondant, tube étroit, de 211° à 214° n. c.

Xanthylbutyramide : $\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right][NH.CO.CH^2.CH^2.CH^3]$. — Belles aiguilles incolores. Fusion, tube étroit, 186°-187° n. c.

Xanthylisovaléramide : $\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]\left[NH.CO.CH^2.CH\left\langle\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right.\right]$. — Aiguilles soyeuses, blanches. Fusion, tube étroit, 182°-184° n. c.

Xanthylphénylacétamide : $\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right][NH.CO.CH^2.C^6H^5]$. — Belles aiguilles soyeuses. Fusion, tube étroit, 196°-197° n. c.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la spartéine. Application de la réaction d'Hofmann à la spartéine. Méthylhémispartéïlène.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons indiqué antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 261) quels résultats donne la réaction d'Hofmann appliquée à la spartéine.

En partant de l'hydrate d'α-méthylspartéïnium $C^{15}H^{26}N^2.CH^3.OH$ nous avons obtenu successivement la méthylspartéine $C^{15}H^{25}N^2(CH^3)$, la diméthylspartéine $C^{15}H^{24}N^2(CH^3)^2$ et enfin, avec départ de triméthylamine, un produit ne renfermant plus qu'un atome d'azote, l'hémispartéïlène $C^{15}H^{23}N$.

La méthylspartéine, la diméthylspartéine et l'hémispartéïlène se comportaient comme des mélanges d'où nous n'avions pas tenté d'extraire des produits définis, préoccupés que nous étions, à cette époque, d'établir la composition et la nature des produits ultimes formés dans la réaction. Nous avons repris cette étude.

La technique employée est restée la même que précédemment, avec cette différence toutefois que la décomposition des hydrates d'ammoniums quaternaires a été réalisée dans le vide, et à une température inférieure à 100°.

La méthylspartéine brute ($\alpha_D = -25°,2$ en solution alcoolique) soumise à l'action de l'iodure de méthyle ne s'est méthylée que dans la proportion de 66 pour 100, et c'est la solution aqueuse d'iodométhylate privée de la fraction non méthylée qui a été soumise au traitement. On a ainsi obtenu une diméthylspartéine brute de pouvoir rotatoire $\alpha_D = +0°,61$. Celle-ci, traitée par un excès d'iodure de méthyle, fournit un *diiodométhylate* $C^{15}H^{24}(CH^3)^2N^2(CH^3I)^2.H^2O$ qui a été séparé et purifié par cristallisation. L'action de 2^{mol} d'oxyde d'argent humide convertit ce composé en *dihydrate de tétraméthylspartéïnium* $C^{15}H^{24}(CH^3)^2N^2(CH^3OH)^2$. L'huile provenant de la décomposition de ce dihydrate donne, par distillation fractionnée sous pression réduite, le *méthylhémispartéïlène* $C^{16}H^{25}N$, liquide bouillant à 160°-161° sous 16^{mm}, et de pouvoir rotatoire $\alpha_D = +156°,5$ en solution alcoolique.

D'après son mode de production, aux dépens du dihydrate de tétraméthylspartéïnium, le méthylhémispartéïlène doit être méthylé à l'azote. Le dosage de méthyle confirme cette hypothèse. Ce composé doit en outre posséder quatre doubles liaisons; la réfraction moléculaire trouvée (RM = 76,12) s'accorde bien avec le nombre calculé (76,11) pour la formule $C^{16}H^{25}N$ avec quatre liaisons éthyléniques.

Le produit mentionné antérieurement (*loc. cit.*) sous le nom d'*hémispartéïlène* renfermait vraisemblablement une quantité plus ou moins grande de méthylhémispartéïlène, dont l'analyse élémentaire était impuissante à déceler la présence.

Il en résulte qu'au cours de la réaction d'Hofmann la dégradation de la spartéine est beaucoup plus profonde que nous ne le supposions; elle intéresse cinq chaînes pipéridiques au lieu de trois. Des six noyaux pipéridiques de la spartéine (*Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 328), un seul

existerait encore dans le méthylhémispartéïlène :

```
      CH                      CH
     /|\                     /|\
 CH  CH  CH — CH² — CH  CH  CH
 ||  ||  ||         |   ||   |
CH² CH² CH²        CH² CH² CH²
                     \     /
                      N — CH³
```

La formation d'un diiodométhylate ne se produit, au cours de la réaction d'Hofmann, qu'au stade diméthylspartéine; s'il se formait en effet un diiodométhylate de méthylspartéine, le produit final serait un diméthylhémispartéïlène; il posséderait cinq doubles liaisons et deux méthyles à l'azote, hypothèse en désaccord avec les faits observés.

Nous désirons nous réserver l'étude des produits d'oxydation du méthylhémispartéïlène, qui fournira sans doute des données intéressantes pour la connaissance de la constitution de la spartéine.

ANALYSE CHIMIQUE. — *Dosage de la matière grasse dans le lait écrémé.* Note de M. R. Lezé, présentée par M. A. Müntz.

Le dosage de la matière grasse dans le lait écrémé est assez difficile et délicat, parce que la proportion de matière grasse laissée dans le lait par les écrémeuses mécaniques modernes est excessivement faible : environ 1^g par litre.

Cependant ce dosage présente un grand intérêt au point de vue pratique; il permet de relever et de faire corriger des fautes dans l'écrémage et par cela même de réaliser de notables économies.

Nous parvenons très facilement à effectuer un dosage pratique et rapide en écrémant de nouveau, à la température de 40° environ, le lait écrémé additionné préalablement de 20^{cm^3} par litre d'un réactif ammoniaco-sodé composé comme suit :

Dans un flacon jaugé de 250^{cm^3}, on verse 150^{cm^3} à 180^{cm^3} d'ammoniaque et l'on y fait dissoudre 20^g de soude caustique. Après dissolution, on complète à 250^{cm^3}.

On ajoute à 3^l du lait écrémé à analyser, chauffé à 40°, 60^{cm^3} du réactif, et l'on fait passer à très faible alimentation ce lait chaud alcalinisé dans une toute petite écrémeuse du modèle dit *Couronne Mignon*, dont le bol n'a qu'une capacité de 300^{cm^3} à peu près. Après avoir fait passer 1^l de liquide, un régime régulier d'écrémage s'est

établi et l'on recueille alors la crème qui s'écoule pendant le passage de 1l de liquide.

Dans ces conditions, l'écrémage est parfait; toute la matière grasse est concentrée dans la crème; le sérum n'en renferme plus que des traces insignifiantes.

L'analyse de la crème est d'une exécution très facile par une quelconque des méthodes connues employées en laiterie.

En particulier, le dosage avec l'appareil Gerber se fait dans de très bonnes conditions et les résultats sont satisfaisants.

MINÉRALOGIE. — *Sur la coloration de certaines pierres précieuses sous les influences radioactives.* Note de M. **Daniel Berthelot.**

Dans la séance de l'Académie du 8 octobre 1906, mon père communiqua une Note intitulée : « Synthèse du quartz améthyste; recherches sur la teinture naturelle ou artificielle de quelques pierres précieuses sous les influences radioactives ».

Il avait exécuté ses essais avec un tube contenant environ $0^g,02$ de chlorure de radium et qui a été employé depuis à des expériences chimiques qui seront décrites plus tard ; mais il put poursuivre ses études sur les gemmes grâce à l'obligeance de M. Michel Lévy, qui lui prêta un échantillon de chlorure de baryum radifère qu'il tenait du regretté Curie. Cet échantillon, renfermé dans un tube de verre scellé, est environ six fois moins actif que le précédent. A la date du 15 novembre 1906, mon père plaça au contact ou au voisinage immédiat de celui-ci dix petits tubes de verre contenant des échantillons de corps variés. Dans une pièce voisine se trouvaient les échantillons témoins. L'expérience a été prolongée jusqu'au 30 octobre 1907, jour où j'ai examiné les produits.

1. Un *quartz incolore,* de la Gardette (Isère), et une *fluorine blanche clivable* des Pyrénées en beaux cristaux n'ont pas pris la plus légère coloration. L'action du radium ne suffit donc pas à colorer les pierres si elles ne contiennent pas les principes minéraux ou organiques susceptibles de les teindre. Les spécimens précédents sont restés incolores, malgré les influences radioactives qui se sont exercées sur eux durant des siècles au sein de la Terre et le voisinage d'un sel très radioactif ne les a pas colorés davantage en une année ([1]).

([1]) Il convient de rappeler qu'au contraire le radium colore en violet les tubes incolores de quartz amorphe fondu du commerce ainsi que ceux de verre ou de cristal, dans lesquels on vérifie d'ailleurs directement l'existence de traces de manganèse (cf. *loc. cit., Comptes rendus,* t. CXLIII, p. 480 et 483).

2. La contre-partie de ces faits est fournie par un *quartz améthyste violet* de l'Uruguay. Ce minéral, après broyage et traitement par l'acide fluorhydrique, a donné avec l'acide azotique et l'oxyde puce de plomb la réaction caractéristique du manganèse. Or ce quartz chauffé se décolore, par suite de la désoxydation du sel de manganèse, puis, soumis à l'action du radium, se peroxyde et se recolore.

Une *fluorine violacée* de Weardale (Durham) se comporte de même. Le mécanisme de cette action est analysé dans la Note précitée du 8 octobre 1906.

3. Voici un résultat nouveau et curieux. Un cristal de la *fluorine blanche clivable* des Pyrénées étudiée précédemment a été laissé au milieu d'une dissolution saturée d'acétate de manganèse, puis soumis à l'action du radium. Ce cristal s'est légèrement coloré en rose dans son intérieur. Le bombardement moléculaire des rayons pénétrants du radium paraît donc avoir entraîné dans la masse des traces de sel suffisantes pour la teindre. L'existence de plans de clivage facilite sans doute le phénomène, car la coloration est presque insensible dans les mêmes conditions pour le *quartz incolore* de la Gardette.

4. Une *émeraude verte* du Tyrol, chauffée dans un tube long et étroit, s'est décolorée avec une forte odeur pyrogénée d'acroléine : on sait d'ailleurs depuis Lewy que les colorations des émeraudes sont dues à des carbures d'hydrogène. La pierre, maintenue en présence de sa vapeur et soumise à l'action radifère, ne s'est pas recolorée, le principe tinctorial organique ayant été détruit par la chaleur.

Le même résultat négatif a été obtenu avec une *émeraude blanche* de Limoges soumise à l'action du radium, soit seule, soit plongée dans une goutte d'huile.

5. Enfin deux dissolutions saturées, l'une d'*acétate de manganèse*, l'autre de *chlorure de manganèse* ont été soumises à l'action du radium dans des tubes fermés par des bouchons en liège. La première s'est solidifiée en un bloc transparent par suite de l'évaporation de l'eau; la seconde est restée liquide en raison de l'hygroscopicité du sel; mais les deux échantillons ont gardé leur teinte rosée initiale sans manifester ni décoloration, ni recoloration.

Cette dernière constatation est peu favorable à l'extension aux cristaux de l'hypothèse qui attribue les colorations des verres sous l'influence du radium à l'existence du métal sous forme d'ions dans la masse, à sa décharge par les rayons β, et à la précipitation subséquente du métal très divisé. On doit remarquer en effet que les cristaux, ne conduisant pas l'électricité, ne doivent pas contenir d'ions libres. Dans le cas précédent au contraire, où les corps exposés au radium étaient à l'état dissous et où le phénomène aurait pu se produire, rien de tel n'est arrivé. On a vu plus haut également que ni le quartz incolore de l'Isère, ni la fluorine blanche des Pyrénées n'ont été colorés par le radium : la transparence du premier, notamment, est restée parfaite. Il n'y a donc pas eu précipitation de silice ou de calcium à l'état très divisé dans la masse.

J'ajouterai aussi que, si certains échantillons de sulfate de potasse se co-

lorent par le radium, cette coloration ne se produit plus quand ils ont été chauffés au rouge, ce qui porte à croire que les traces d'impuretés organiques jouent ici un rôle analogue à celui qu'elles ont dans la teinture des émeraudes.

De plus, de petits cristaux de sulfate de potasse qui, placés dans un tube de caoutchouc, avaient pris une coloration verte sous l'influence du radium, lavés avec du chloroforme, sont redevenus incolores, et la dissolution chloroformique évaporée dans un verre de montre a laissé un résidu vert à reflets mordorés; ce qui montre que la teinture était organique.

Des constatations de ce genre donnent à penser qu'il n'est pas impossible que l'on réussisse à reproduire un jour, sous les influences radioactives, les colorations dues aux carbures d'hydrogène, telles que celles des émeraudes et des fluorines vertes, les rayons électrisés du radium produisant successivement la synthèse du principe colorant, puis sa diffusion dans le cristal, par un mécanisme analogue à celui de l'expérience donnée plus haut sur la coloration de la fluorine aux dépens de l'acétate de manganèse entraîné dans la masse par le bombardement radifère.

MINÉRALOGIE. — *Les produits du volcan Monte Ferru (Sardaigne).* Note [1] de M. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

Ce puissant groupe éruptif, remarquable par l'abondance des produits rejetés, est le seul territoire volcanique sarde qui ait été l'objet de recherches sérieuses. Pourtant son étude est susceptible de fournir encore sur beaucoup de points d'intéressants problèmes à élucider. Comme l'a montré Dannenberg, il faut dans l'histoire du volcan distinguer deux phases essentielles : 1° éruption d'un dôme de roches trachytoïdes (période acide); 2° après un arrêt probablement assez long, émission d'une énorme quantité de basaltes à des reprises différentes, suivie à longue échéance de l'éruption de laves à leucite.

Antérieurement au Miocène la région était formée par des trachyandésites et des tufs très développés (trachytes anciens, Bimsteintuff, Ghizotuff de Dœlter et de Dannenberg), affleurant actuellement dans les vallées des Rio Mammine, Bia Josso, Sirisi, Mannu, etc. J'ai pu m'assurer qu'ils correspondent aux roches similaires que j'ai décrites ici même dans le

(1) Présentée dans la séance du 4 novembre 1907.

nord-ouest de la Sardaigne au nord du Monte Ferru. J'ai trouvé un type semblable au Ghizotuff à Sas petras biancas (f. de Bonorva). Le Miocène est transgressif sur ces formations, comme j'ai pu le constater plus au nord. Postérieurement le volcan du Ferru fit son apparition.

Première phase. — 1° Mise en place de puissants dômes de trachytes appartenant à deux types pétrographiques principaux. L'un (Monte Martu, Sennariolo, etc.), *exceptionnellement* en coulée, à grain fin, d'habitus phonolitique, sans phénocristaux, formé d'une pâte de microlites *sanidiniques* avec la forme aplatie sur g^1(010) avec microlites d'*augite* verdâtre ; l'autre porphyroïde, dont le premier temps comprend de beaux phénocristaux de *sanidine, anorthose,* plagioclases acides oscillant autour de l'*oligoclase,* gros *sphènes, augite titanifère, hornblende brune, apatite, noséane-haüyne* dans un magma microlitique de *sanidine, anorthose, augite* (type route de Cuglieri au Serbatojo). Près du confluent du Rio Pedra e Sorte et du Mammine j'ai trouvé un type exceptionnel qui, avec une composition analogue, offre, fait assez rare dans une roche volcanique pour être signalé, des phénocristaux dont les lames p(001) offrent la *macle du microcline* et qu'il faut rapporter soit à un microcline sodique, soit plutôt à une anorthose mâclée suivant la loi du microcline, point qui sera élucidé après de nouvelles recherches.

2° Comme Dœlter l'avait pressenti, les phonolites forment un groupe important que Dannenberg a trop négligé. Formant des filons ou des percées indépendantes, ces roches bien développées (Monte Oe, Tinzona, Rocca Freari, Rocca sa fazzada, route de Cuglieri à Santa Lussurgui, etc.), rappellent beaucoup les phonolites françaises du Velay. La *néphéline* y est soit en petits cristaux hexagonaux très nets du deuxième temps, rarement en phénocristaux, soit en plages irrégulières. La *noséane* et la *haüyne* sont constantes en beaux cristaux. Holocristallines, ces roches ont l'aspect gras et verdâtre ordinaire. Trachytes et phonolites forment dans le paysage des pitons d'un caractère spécial qui m'ont rappelé trait pour trait les *sucs* phonolitiques du Velay.

La roche de Rocca sa tiria (Dannenberg), curieux trachyte aberrant à *olivine* avec phénocristaux feldspathiques (anorthose) mâclés suivant la loi du microcline, avec *biotite,* paraît appartenir à la fin de cette phase, ainsi qu'une roche remarquable que j'ai trouvée en filon sur la route de Cugleri au Serbatojo et qui, avec un habitus extérieur basaltique, apparaît au microscope comme formée de phénocristaux d'*augite* et d'*olivine* très

abondants avec *biotite* plus rare, enveloppés pœcilitiquement par de grandes plages d'*anorthose*, avec un peu de verre.

Deuxième phase. — Elle est caractérisée par l'épanchement de basaltes pendant trois phases secondaires principales. La première donnera naissance à une série de basaltes noirs, épais, visibles seulement sur le pourtour du Monte Ferru proprement dit, au bord des vallées, où ils apparaissent sous les laves plus récentes (Flüssio, Tresnuraghes, Soddi, etc.) Les basaltes du plateau de Campeda en sont en partie l'équivalent; comme Dœlter et Dannenberg l'ont pressenti, ces derniers sont à séparer du manteau basaltique du Ferru, bien qu'ils soient en continuité avec lui, et ont été produits par des fissures le long de la Catena del Marghine. Le cycle suivant donna naissance à des basaltes qui apparurent surtout dans la région centrale de l'ancien cumulo-volcan trachyphonolitique par des fissures nord-sud. Ceux-ci sont plus clairs que les précédents, andésitiques (Rocca sa fazzada, Ponta Arancola), souvent cristallisés largement en *diabase andésitique à olivine* dans des filons (Monte Entu, Monte Urtigu, sous Sos Ojos). On ne peut observer leur extension sur les flancs, car les laves postérieures doivent les avoir recouverts; pourtant je les ai retrouvés très loin au Nord-Est sous forme de pointements au monte Mauzzanu et au Nuraghe de Bara sur la bordure du plateau de Campeda ([1]). Enfin, un troisième cycle donna un véritable déluge basaltique s'étendant au Nord jusqu'à R. Crabolu, au Sud jusqu'à l'effondrement de la plaine d'Oristano, à l'Est jusqu'au Tirso, soit sur une étendue d'environ 900^{km^2}. Les coulées très nombreuses et qu'il est impossible d'individualiser proviennent de fentes et de cônes parasitiques comme Dannenberg l'a déjà remarqué. Ces basaltes sont remarquablement riches en péridot qui souvent forme les seuls éléments du premier temps. Des basaltes identiques et dont les nappes se sont soudées à celles du Ferru ont été émis par des fissures sur la bordure sud de la Catena del Marghine entre Macomer et Bortigali. Je considère ce troisième cycle comme contemporain du groupe des volcans de Tiesi (Peladu), Pozzomaggiore, Bonorva, Giave, que j'ai déjà étudiés.

Enfin, après une pause pendant laquelle l'érosion eut le temps d'entamer la région centrale trachyphonolitique, l'activité éruptive se réveilla. Elle donna, d'une part, la roche rouge de la vallée de Sos Molinos formée en

---

(1) Près de Monte Commida un filon d'andésilabradorite augitique pauvre en olivine est à signaler.

grande partie de masse amorphe contenant de la *biotite* en larges lames et de l'*augite* avec de rares cristallites de *sanidine,* dont seule l'analyse fixera la place dans la classification. D'autre part, apparurent les basaltes leucitiques surtout développés près de Scanu, dans lesquels de gros cristaux de *biotite,* d'*augite* et de *péridot* sont enveloppés par un magma de très petits cristaux de *leucite,* de *labrador* et de *péridot* avec un peu de verre. Ces roches, dont Dannenberg a délimité les différents affleurements (vallée de Scanu, Spelunca, sous Ponta sa turra, Ghizo), contiennent une abondance remarquable d'enclaves mélanocrates ou mésocrates formées soit par des péridotites augitiques, des péridotites augitiques surchargées de biotite ou des gabbros à olivine qui paraissent être des enclaves homœogènes.

PHYSIOLOGIE. — *Influence du climat d'altitude sur la déshydratation de l'organisme.* Note de MM. **H. Guillemard** et **Aug. Moog**, présentée par M. Janssen.

Au cours des différents séjours que nous avons faits au sommet du mont Blanc, nous avons toujours observé durant les premiers jours une oligurie notable ([1]). Nous avons été amenés à nous demander si, comme on l'admet en général, le climat d'altitude exagère la déshydratation de l'organisme par les poumons et par la peau, et nous avons fait à ce sujet une série d'expériences dont nous nous proposons de résumer les résultats dans cette Note.

M. Janssen a bien voulu nous prêter, cette année encore, son bienveillant concours et nous permettre de séjourner aux Observatoires des Grands-Mulets et du mont Blanc ([2]); nous lui adressons ici tous nos remercîments.

I. *Perte d'eau par les poumons.* — La quantité d'eau perdue par les poumons à chaque expiration est la différence entre la quantité d'eau exhalée et la quantité d'eau inhalée. Pour mesurer ces deux quantités nous avons eu recours à la technique suivante. Une soupape de Chauveau et Tissot permettait de diriger le courant d'air exhalé dans une série de trois tubes en U de 5^{cm} de diamètre; le premier, plein de fragments de $CaCl^2$, était refroidi extérieurement par de la glace et les deux suivants étaient garnis de coton de verre imprégné de SO^4H^2 bouilli; un tel système absorbant retient intégralement l'eau exhalée pendant une demi-heure. A la sortie des tubes absorbants, l'air expiré était mesuré par un spiromètre. La quantité d'eau contenue dans l'air ins-

([1]) H. Guillemard et R. Moog, *Comptes rendus,* t. CXLI, p. 843.

([2]) Départ de Paris le 24 juillet, de Chamonix le 3 août, des Grands-Mulets le 10, du sommet le 17.

piré était évaluée à l'aide d'un hygromètre chimique, formé par un aspirateur métallique de 10^l et un système de trois tubes absorbants très légers garnis de coton de verre sulfurique. Les chiffres fournis par l'hygromètre et le spiromètre permettent de calculer aisément la quantité d'eau inhalée.

II. *Perte d'eau par la peau.* — Nous avons cherché à apprécier les variations de cette quantité par le procédé suivant : un cristallisoir de 4^{cm},5 de diamètre, muni d'un bouchage rodé, recevait 5$^{cm^3}$ d'acide sulfurique bouilli et était pesé; puis on appliquait sur son orifice la paume de la main pendant un quart d'heure; une deuxième pesée donnait la quantité d'eau absorbée par l'appareil. Cette quantité varie évidemment dans le même sens que la perte d'eau par l'évaporation cutanée; cette technique devait, en tous cas, nous permettre de vérifier si, comme l'admettent quelques physiologistes, la peau n'est sèche aux grandes altitudes que parce que l'évaporation y est très intense.

III. Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau suivant :

		Paris.	Chamonix. (1050^m).	Grands-Mulets. (3050^m).	Mont Blanc. (4810^m).
Conditions climatériques moyennes.	Pression	760^{mm}	670^{mm}	520^{mm}	420^{mm}
	Température	22°	19°	13°	1°,5
	Humidité (1)	10^g,7	9^g,8	5^g,7	3^g
Débit respiratoire par minute.	Débit apparent (2)	8^l,799	8^l,535	8^l,546	10^l,156
	Débit réel (3)	8^l,141	7^l,032	5^l,582	5^l,581
	Nombre d'inspirations	12,7	15,1	16	16,3
	Vol. réel des expirations	0^l,641	0^l,465	0^l,348	0^l,342
Eau exhalée par minute		0^g,2757	0^g,2669	0^g,2511	0^g,2738
Perte d'eau par les poumons		0^g,1826	0^g,1781	0^g,2009	0^g,2418
Eau de la perspiration cutanée		0^g,043	0^g,026	0^g,016	0^g,010

IV. *Conclusions.* — Les conclusions suivantes se dégagent de l'examen de ces chiffres.

Tandis que le débit respiratoire apparent augmente notablement au mont Blanc, le débit respiratoire réel diminue beaucoup; on constate de même une augmentation notable du nombre des inspirations, coïncidant avec une diminution du volume réel des expirations. Ces résultats se rapprochent de ceux observés par M. Kuss à l'Observatoire des Bosses (4).

Le poids d'eau exhalée dans l'unité de temps s'est montré dans nos expériences remarquablement constant et indépendant de l'altitude.

L'humidité atmosphérique diminuant rapidement à mesure qu'on s'élève

(1) Poids d'eau contenu dans 1$^{m^3}$.

(2) A la température et à la pression du lieu.

(3) A 0° et sous la pression de 760^{mm}.

(4) G. Kuss, *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 273.

la perte d'eau par les poumons est sensiblement plus élevée au-dessus de 3000^{m}.

La perte d'eau au niveau de la surface cutanée diminue considérablement à mesure que l'on s'élève; cette diminution semble due à l'abaissement de la température.

Si l'on considère que la quantité d'eau qui s'élimine au niveau de la surface cutanée est trois ou quatre fois au moins plus considérable que celle qui est entraînée par l'air expiré, on arrive à conclure que, loin d'activer la déshydratation de l'organisme, le climat des grandes altitudes ne peut que la restreindre; cette conclusion s'accorde d'ailleurs avec l'augmentation du poids et de la masse sanguine que nous avons constatée chez les animaux qui vivent dans l'air raréfié et aussi avec les résultats d'expériences que nous avons fait connaître précédemment (1).

PHYSIOLOGIE. — *Développement de l'énergie de la voix.* Note de M. **Marage**, présentée par M. d'Arsonval.

L'énergie de la voix étant donnée par le produit VH, du volume V d'air qui s'échappe des poumons sous une pression H, il s'agit, pour un chanteur ou un orateur, d'augmenter ces deux quantités.

Nous nous occuperons seulement aujourd'hui du volume V d'air utilisable pour la voix, et nous étudierons comment on peut accroître sa valeur.

Chez les enfants élevés dans les villes, et chez beaucoup d'adultes, les sommets des poumons fonctionnent mal; ces sujets se servent du type de la respiration diaphragmatique, les intestins sont refoulés, les muscles de la paroi abdominale cessent de se contracter suffisamment, il en résulte de l'entéroptose et la poitrine étroite et pyriforme de la plupart des enfants qui ne vivent pas à la campagne.

Un grand nombre de mouvements, remédiant à ces inconvénients, sont indiqués dans des traités spéciaux; comme ils sont souvent assez compliqués et difficiles à faire sans moniteur, j'ai cherché, par des expériences commencées il y a trois ans, ceux de ces exercices qui, tout en étant très simples, donnent de bons résultats; je les ai ramenés à trois que l'on peut apprendre rapidement; ils sont suffisants; la cage thoracique acquiert en quelques mois son volume normal, tandis que les muscles de la paroi abdominale reprennent leur tonicité (2).

(1) H. Guillemard et R. Moog, *Comptes rendus de la Soc. de biol.*, mai 1907.

(2) Ces muscles étant expirateurs, H se trouve augmenté indirectement.

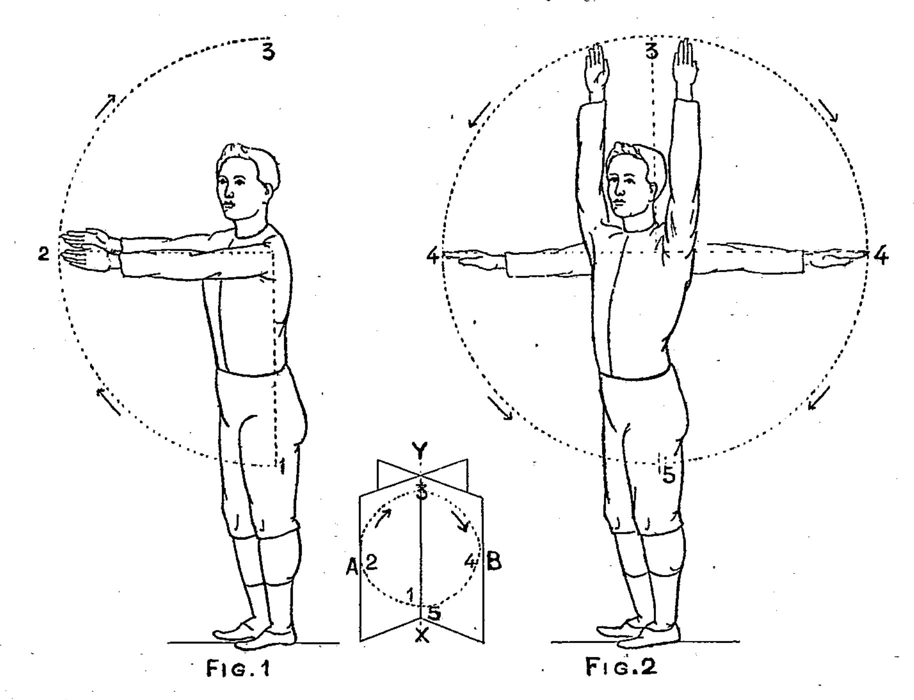
Principe. — Développer en même temps les muscles inspirateurs et les muscles fixateurs des omoplates à la colonne vertébrale. Si l'on développait les pectoraux seuls, les épaules seraient attirées en avant, et le sujet serait voûté (attitude des lutteurs).

Règles générales. — 1° Dans tous les exercices, l'inspiration doit être faite par le nez, la bouche fermée; dans l'expiration, au contraire, la bouche est largement ouverte;

2° Chaque exercice est répété dix fois au plus (on commence par quatre), puis on passe au suivant; et, comme ce ne sont pas les mêmes muscles qui fonctionnent, le deuxième exercice repose du premier.

3° Chaque jour, loin des repas, on fait dix fois chacun des trois exercices; on se repose 5 minutes et l'on recommence une deuxième série des trois mêmes exercices.

Premier exercice. — Les bras sont tombants le long du corps, la paume de la main en dedans.



Premier exercice.

a. Inspiration. — On fait décrire aux membres supérieurs, placés parallèlement l'un à l'autre, un arc de 180° dans un plan vertical parallèle au plan médian antéro-postérieur du corps (*fig.* 1, positions 1, 2, 3, plan A).

b. Expiration. — On abaisse lentement les bras (*fig.* 2, positions 3, 4, 5, plan B),

dans un plan perpendiculaire au précédent; l'air s'échappe lentement des poumons par la bouche ouverte, pendant que les bras s'abaissent.

Deuxième exercice. — Les avant-bras sont repliés de manière que les extrémités des doigts se touchent sur la ligne médiane, l'avant-bras et le bras se trouvent dans un même plan horizontal, les bras ne changent pas de position.

a. Inspiration. — Les avant-bras dans le plan horizontal des bras décrivent un arc de 180° (positions 1, 2, 3, *fig.* 1 et 2).

b. Expiration. — Les avant-bras reviennent à leur position primitive (positions 3, 2, 4, *fig.* 2).

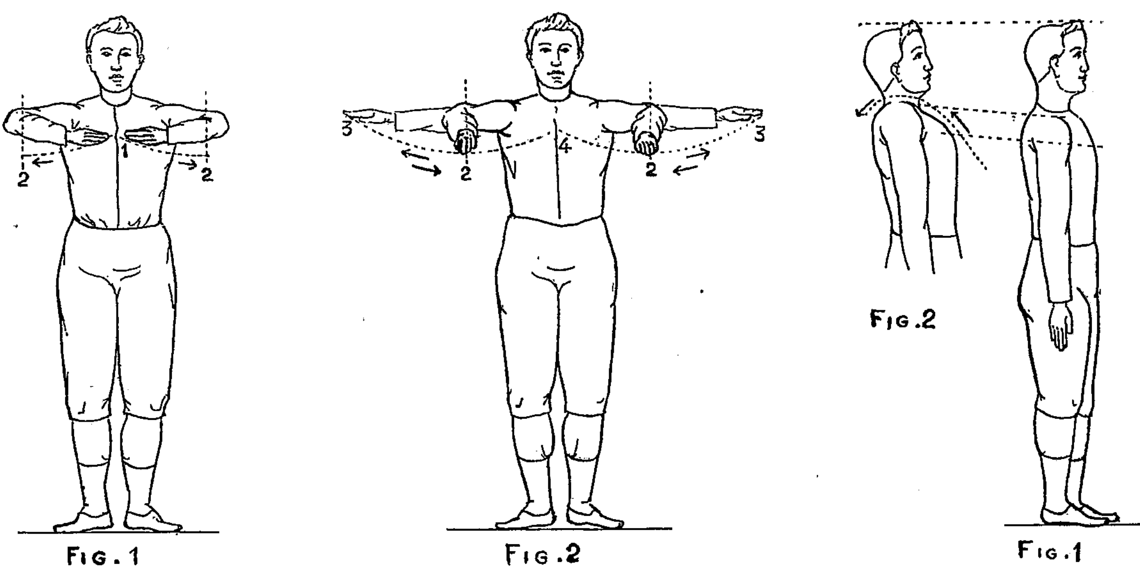


Fig. 1 Fig. 2
Deuxième exercice.

Fig. 1
Troisième exercice.

Troisième exercice. — Les deux épaules étant bien à la même hauteur, les bras pendants, la ligne 0,180 se trouvant suivant une verticale passant par l'axe du bras.

a. Inspiration. — On fait décrire aux épaules un arc de 0° à 180° en avant.

b. Expiration. — On fait continuer l'arc de cercle en arrière de 180° à 360°.

Mesures. — 1° Chaque mois, on mesure le volume d'air le plus grand que l'on puisse éliminer dans une expiration.

2° On mesure le tour de poitrine, au-dessous des seins, à la fin d'une expiration profonde.

Des Tables donnent la relation entre la taille, le poids, le tour de poitrine et le volume d'air expiré.

Résultats. — 1° Chez les adultes le volume d'air utilisable pour la voix augmente rapidement; il varie suivant la taille, chez l'homme entre $2^l,5$ et $4^l,5$ par expiration profonde; chez la femme entre 2^l et 4^l.

Le larynx plus large de l'homme exige une consommation d'air plus grande.

2° Chez les enfants de 12 à 15 ans, le tour de poitrine augmente en moyenne de 2^{cm} à 3^{cm} pendant le premier mois, puis de $0^{cm},5$ pendant les mois suivants; de plus les omoplates cessent d'être saillantes, les muscles fixateurs des épaules à la colonne vertébrale ayant repris leur tonicité.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la vision des signaux de nuit réglementaires de la marine*. Note de MM. **André Broca** et **Polack**, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que la perception des couleurs est influencée par le diamètre apparent de l'objet et par l'état d'adaptation de l'œil observateur. Nous nous sommes attachés à étudier systématiquement la vision des signaux de nuit de la marine dans les conditions mêmes de leur emploi, et cette étude nous a amenés à des conclusions pratiques.

Le problème à réaliser serait la production d'une image rétinienne ayant les mêmes dimensions et le même éclat que ceux que donne un signal lumineux à la limite de visibilité. Mais ceci ne peut se faire d'une manière absolue, à cause de l'absorption atmosphérique qui change constamment, et modifie l'éclat apparent des sources. Les conditions pratiques étant variables, définissons d'abord ce qu'elles ont d'essentiel. A partir du moment où une image rétinienne est inférieure à la section droite d'un cône, la sensation épr uvée dépend uniquement de la quantité de lumière reçue par la pupille, puisque l'élément indépendant de la rétine somme d'une manière indifférente tout ce qu'il reçoit, en le répartissant uniformément sur le diamètre apparent qu'il soustend.

Dans ces conditions l'œil, en s'éloignant d'un objet, croit le voir garder son diamètre apparent et diminuer d'éclat en raison inverse du carré des distances. C'est ce point essentiel, toujours réalisé dans la pratique, que nous avons reproduit en employant comme objet lumineux un trou assez petit éclairé au moyen d'un étalon convenable.

Nous avons employé un trou de $0^{mm},07$ de diamètre placé devant une flamme d'acétylène. Nous n'insistons pas sur la difficulté qu'il y a à construire un trou aussi petit et ayant un champ suffisant, ce qui exige qu'il soit percé en mince paroi; M. Pellin a pu nous le réaliser.

Dans le cas où nous voulions diminuer encore les dimensions du test, en augmentant

son champ de visibilité, nous mettions une lentille puissante (3cm de foyer) à 55cm du petit trou. Dans ce cas le champ est multiplié par 18 et le diamètre de l'image à regarder est 18 fois plus petit. L'étalon à acétylène est placé dans une lanterne étanche munie du petit trou, on place devant celui-ci des lames de verre réglementaire de la marine, le tout est dans une chambre noire.

Munis de cet appareil, nous avons cherché les propriétés physiologiques qui permettent de reconnaître les signaux lorsque la notion de couleur est rendue douteuse par l'éloignement, et nous sommes arrivés, en comparant pour chaque signal la vision centrale à la vision périphérique (ne dépassant pas 45° environ), à des résultats assez nets pour permettre des applications pratiques.

Tout d'abord, quand on fixe un signal encore bien visible, on le voit sous forme d'un petit point très net. Quand on détourne le regard de quelques degrés, le point semble devenir beaucoup plus gros. Nous attribuons ce fait à l'accroissement, bien connu par l'étude de l'acuité visuelle, du territoire indépendant de la rétine dans les régions périphériques.

Cette variation subjective du diamètre apparent de l'objet suivant la direction du regard est un caractère commun à toutes les lumières, quand on peut les voir des deux manières. Mais chaque couleur présente en outre des caractères particuliers qui permettent de la reconnaître, même quand sa teinte n'est pas perçue directement. Nous allons nous borner à la description des propriétés de l'œil complètement adapté à l'obscurité.

1° *Signal rouge.* — Il est mieux vu en vision centrale qu'en vision périphérique; les limites sont les suivantes : vision périphérique 6m, vision centrale 11m; entre 9m et 11m on le voit encore comme lumière mais on ne reconnaît plus sa couleur. Le rouge présente donc, dans ces conditions, un intervalle photochromatique de $\left(\frac{11}{9}\right)^2 = 1,45$, au moins pour nos yeux [1].

Le signal rouge est donc fort difficile à saisir, quand il est éloigné, puisqu'il faut tomber dessus en vision centrale.

2° *Signal vert bleu Isly.* — Contrairement au rouge, il est vu comme lumière beau-

[1] L'intervalle photochromatique est le rapport de l'énergie lumineuse que doit avoir une même radiation impressionnant une zone rétinienne donnée pour produire la notion de couleur, à celle qu'elle doit avoir pour produire la notion de lumière incolore. Ici l'image du trou est plus petite qu'un cône dans tous les cas, donc la variation de distance n'a plus d'importance au point de vue de la zone rétinienne impressionnée, et les quantités d'énergie qui impressionnent un cône sont en raison inverse des carrés des distances de l'objet, puisque la pupille reste certainement toujours ouverte au maximum dans toutes nos observations.

coup mieux périphériquement que centralement. Mais la notion de couleur disparaît presque complètement en vision périphérique. Nous avons eu les chiffres suivants pour les limites de visibilité :

Vision périphérique colorée, $0^m,50$; vision centrale colorée, 2^m; vision centrale incolore, 4^m; vision périphérique incolore, 34^m.

Notre chambre noire n'ayant que 16^m de long, les chiffres supérieurs à 16^m ont été déduits par le calcul d'observations faites au moyen de la lentille indiquée ci-dessus.

On peut définir de bien des manières l'intervalle photochromatique pour le bleu. En comparant les limites lumineuses pure et colorée en vision centrale, on trouve le chiffre 4. Si l'on prend les mêmes limites pour la vision périphérique, on trouve un chiffre compris entre 3500 et 4000; si l'on compare la limite de la vision centrale colorée à celle de la vision périphérique incolore, ce qui est la véritable définition pratique, on trouve le chiffre 250.

3° *Signal incolore.* — Comme le bleu, il est mieux vu en vision périphérique qu'en vision centrale; mais, de plus, il présente cette particularité remarquable que, à partir d'une certaine distance, il prend, en vision centrale, une teinte nettement rougeâtre. Les limites observées ont été les suivantes :

Vision centrale incolore, 7^m; vision centrale rougeâtre, 16^m; vision périphérique, 80^m.

Tous ces chiffres sont déduits d'expériences faites avec l'artifice de la lentille.

Conclusions pratiques. — Ces phénomènes ont été vérifiés par de nombreux observateurs aussi bien dans le laboratoire que la nuit à la campagne. Un entraînement très rapide suffit pour apprendre à les voir, et il nous semblerait très utile de les faire connaître parmi les inscrits maritimes. Les pêcheurs n'ont, en général, pas de jumelle qui leur permette de reconnaître de loin la couleur d'un signal, et la comparaison des sensations centrale et périphérique étend, d'une manière considérable, la zone de reconnaissance possible d'un signal. Nous allons donc résumer les faits :

Si un signal de couleur douteuse est mieux vu en vision directe qu'en vision indirecte, il est rouge.

Si un signal de couleur douteuse est mieux vu en vision indirecte qu'en vision directe, il est bleu ou incolore. Quand les signaux ne sont pas trop éloignés, on les distingue l'un de l'autre comme il suit : si le signal reste incolore en vision centrale, il est bleu; s'il vire au rouge en vision centrale, il est incolore.

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelle méthode de détermination du pouvoir accélérateur des sels neutres de potassium et de sodium sur la coagulation du lait par les présures végétales.* Note de M. C. **Gerber**, présentée par M. Alfred Giard.

Les savants qui ont étudié l'action des sels neutres de potassium et de sodium sur la coagulation du lait ont tous opéré en ajoutant des doses croissantes de ces sels au lait.

Nous avons montré [1] combien cette méthode était défectueuse, dans le cas des présures végétales, pour le fluorure de sodium, puisqu'elle permettait de conclure à un effet retardateur propre à cette substance, alors que cet effet était nettement accélérateur.

Cela est dû à ce que le lait contient des sels de calcium favorisant la coagulation. La précipitation de l'élément actif calcium par le fluorure de sodium amène fatalement un retard; mais celui-ci, au lieu d'être aggravé par l'action retardatrice propre au NaFl, comme l'affirme M. Javillier, est atténué par l'effet accélérateur de ce sel.

Là où l'auteur croit voir une somme, c'est une différence qu'on observe.

Beaucoup d'autres sels alcalins sont dans le cas du NaFl.

Nous citerons les oxalates, qui insolubilisent tout le calcium du lait, et les sulfates et phosphates qui n'en déterminent qu'une précipitation incomplète.

Il était donc nécessaire de chercher une méthode plus précise de détermination du pouvoir accélérateur des sels alcalins, en opérant avec du lait décalcifié.

Nous avions le choix, comme agents décalcifiants, entre les fluorures et les oxalates. Nous avons préféré ces derniers, parce que leur action accélératrice, qui est à peine sensible, ne se constate que pour des doses très faibles et fait rapidement place à un effet retardateur qui devient empêchant quand la dose s'élève tant soit peu.

Notre méthode consiste à faire agir une présure végétale sur du lait auquel on a ajouté des quantités moléculairement équivalentes des divers sels à étudier et des doses croissantes d'oxalate de sodium.

On note :

1° La quantité d'oxalate nécessaire pour empêcher la coagulation de ce lait;

---

[1] *Comptes rendus*, 21 octobre 1907.

2° Celle nécessaire pour obtenir le même résultat avec du lait non additionné de sels.

On prend comme mesure de l'action accélératrice la différence entre ces deux données.

Par exemple, si nous opérons sur deux laits contenant l'un de l'azotate de sodium, l'autre du fluorure de sodium, ces deux sels à la dose de 40 molécules-milligrammes par litre, on obtient les résultats suivants :

Nombre de molécules-milligrammes de $C^2O^4Na^2$ par litre de lait.	Temps nécessaire à la coagulation à 55° de 5^{cm^3} de — Lait cru avec suc de *Broussonetia* $\frac{1^{cm^3}}{50}$. Az O^3Na.	Na Fl.	Naturel.	Lait bouilli avec suc de Figuier $\frac{1^{cm^3}}{75}$. Az O^3Na.	Na Fl.	Naturel.
	m s	m s	m s	m s		m s
0........	17.20	14. 0	14.20	15.10	Rien après 360^m	13.20
1,66......	24.10	17.10	23.20	19.40	»	27.20
3,32......	30.40	20.20	59.40	25.20	»	Rien après 360^m
4,98......	37.20	26.40	Rien après 360^m	29.20	»	»
6,64......	49.10	32.40	»	62. 0	»	»
8,30......	53.20	39.10	»	Rien après 360^m	»	»
9,94......	63.20	46.30	»	»	»	»
10,70......	»	49.40	»	»	»	»
11,62......	74.10	48.40	»	»	»	»
12,45......	»	50.30	»	»	»	»
13,28......	87.40	63.10	»	»	»	»
14,94......	134.20	77.50	»	»	»	»
16,60......	Rien après 360^m	91.30	»	»	»	»
18,26......	»	111.10	»	»	»	»
19,92......	»	Rien après 360^m	»	»	»	»
21,58......	»	»	»	»	»	»
23,32......	»	»	»	»	»	»

Les doses empêchantes d'oxalate de sodium sont :

		mol.-mg		
Lait cru	avec AzO^3Na......	16,60	différence	11,62
	naturel...........	4,98		
	avec NaFl.........	19,92	»	14,94

Le pouvoir accélérateur de AzO^3Na, à la dose de 40 mol.-millig., est donc 11,62; celui de NaFl est 14,94.

		mol.-mg		
Lait bouilli	avec AzO^3Na.....	8,30	différence	4,98
	naturel..........	3,32	»	-3,32
	avec NaFl........	0		

L'azotate de sodium, à la dose de 40 mol.-millig., a donc un pouvoir accélérateur de 4,98; quant au fluorure de sodium, à cette dose, il est nettement retardateur.

Un fait assez remarquable ressort de la comparaison des expériences faites avec le lait cru et avec le lait bouilli.

On voit en effet que le pouvoir accélérateur des deux sels étudiés est beaucoup plus fort avec le premier qu'avec le second.

Il en est ainsi, d'ailleurs, de presque tous les autres sels de potassium et de sodium.

CYTOLOGIE. — *Sur la mitose des cellules à* Bacillus cuenoti. Note de M. **L. Mercier**, présentée par M. Alfred Giard.

Depuis environ un an j'étudie un parasite du tissu adipeux de *Periplaneta orientalis* L.; ce parasite est une Microsporidie du genre *Plistophora*. Les Blattes infestées sont facilement reconnaissables à leur abdomen distendu; entre les anneaux écartés, on remarque des bandes circulaires d'un blanc crayeux très caractéristiques. Les larves sont plus fréquemment parasitées que les adultes, ce qui semblerait indiquer que l'infection est souvent mortelle.

Le parasite progresse sous forme d'une infiltration irrégulière qui, bientôt, envahit tout le tissu adipeux; ce dernier se présente alors à la dissection comme une énorme masse blanchâtre au milieu de laquelle sont noyés les organes.

Évolution du parasite. — J'ai pu, dans l'évolution du parasite, mettre en évidence deux cycles bien marqués, l'un correspondant à la schizogonie, l'autre à la sporogonie. Les mérontes se présentent, après coloration, sous forme de petits éléments arrondis de 2^{μ} de diamètre qui renferment plusieurs grains chromatiques. Ces éléments, après une période active de multiplication, grossissent et de nombreuses masses chromatiques apparaissent dans leur cytoplasme; autour de chacune de ces masses s'individualise une petite aire cytoplasmique; le méronte devient alors un sporonte, puis un pansporoblaste. Le nombre des spores contenues dans ce dernier est variable; il est toujours supérieur à huit. Les spores mûres se présentent, à l'état frais, sous forme de petits éléments ovoïdes de 5^{μ} à 6^{μ} de longueur sur 2^{μ} à 3^{μ} de largeur; j'ai pu mettre en évidence la capsule polaire et obtenir la dévagination du filament spiral après traitement par l'acide azotique. Ces caractères permettent de rapporter avec certitude le parasite au genre *Plistophora*. Les faibles dimensions de cette Microsporidie rendent très difficile l'étude complète de son cycle évolutif et par suite la détermination spécifique. Cette question n'offre d'ailleurs qu'un intérêt secondaire, car, d'après les recherches récentes de Perrin [1], nous connaissons déjà deux espèces de *Plistophora* parasite des tubes de Malpighi de la Blatte. Si j'ai cru devoir

---

(1) W.-S. Perrin, *Observations on the Structure and Life-history of* Pleistophora periplanetæ, *Lutz and Splendore* (*Quart. Journ. of microsc. Sc.*, t. XLIX, 1906, p. 615).

préciser avec une certaine rigueur la détermination de cette Microsporidie, c'est uniquement en vue de recherches que j'ai entreprises dans un autre ordre d'idées et dont je vais exposer les résultats dans leurs grandes lignes.

Réaction de l'hôte vis-à-vis du parasite. — Hesse (¹) est le premier à avoir signalé une réaction des tissus de l'hôte vis-à-vis du parasite dans le cas d'infection d'un Insecte (*Otiorhynchus fuscipes*) par une Microsporidie (*Nosema longifilum*). Cette réaction se manifeste par la formation de kystes bien localisés entourés d'une capsule conjonctive. Or, j'ai précisément rencontré chez les Blattes infestées des kystes semblables. D'autre part, si l'on envisage la structure histologique du tissu adipeux dans son ensemble, chez des larves et chez des adultes parasités, on constate que cette structure est toute différente de ce qui existe chez des Blattes normales.

Les animaux chez lesquels l'infection est massive ne présentent plus, dans certains lobes de leur tissu adipeux, ni les grandes cellules graisseuses, ni les cellules à urate de soude, ni les cellules à *Bacillus cuenoti;* ces éléments font place à de petites cellules d'un aspect très différent et dont beaucoup sont en mitose. On trouve tous les intermédiaires entre ces petites cellules et celles qui forment la capsule conjonctive des kystes.

L'étude des altérations dont les cellules à *Bacillus cuenoti* sont le siège offre un intérêt tout particulier.

1° Dans les lobes où l'infection ne progresse que lentement, les bacilles disparaissent peu à peu; finalement, on n'en trouve plus que quelques-uns. A ce moment, les cellules entrent en mitose; ces mitoses sont, le plus souvent, anormales : asymétriques, pluripolaires. La présence de mitoses, surtout dans le tissu adipeux de Blattes adultes, mérite de retenir l'attention; jamais, à ma connaissance, semblable observation n'a été faite dans le tissu adipeux d'Insectes adultes.

Berlese ayant décrit des mitoses chez le Ver à soie au moment précis d'une mue, j'ai recherché si, chez des Blattes normales prises à ce moment, les cellules à bacilles présentaient des mitoses. Or, dans ces conditions, je n'ai jamais observé ce mode de division. En présence de ces faits, il est donc logique d'admettre une relation de cause à effet entre la présence de la Microsporidie et l'existence de mitoses dans les cellules à bacilles.

2° Les auteurs ne sont pas d'accord à l'heure actuelle sur les rapports qui peuvent exister entre la division directe et la division indirecte. Or, j'ai montré (²) que, chez les Blattes normales, les cellules à bacilles se multiplient par amitose. Si l'on rapproche ce fait de celui exposé précédemment, on voit que les cellules à bacilles se multiplient par amitose chez la Blatte normale et par mitose chez l'animal parasité.

(¹) Hesse, *Microsporidies nouvelles des insectes* (*Ass. franç. pour l'avancement des Sciences,* 33ᵉ session, Grenoble, 1904, p. 917).

(²) Mercier, *Recherches sur les bactéroïdes des Blattides* (*Arch. f. Protistenk.,* Bd. IX, 1907, p. 346).

Par conséquent des cellules peuvent entrer en mitose après s'être multipliées par division directe.

3° Dans les lobes du corps gras, où l'infection est massive, les cellules à bacilles se comportent tout autrement; dans ce cas, je n'ai jamais vu de mitose. Les bacilles subissent la dégénérescence granuleuse; bientôt les parasites pénètrent dans la cellule, qui disparaît.

On voit donc, fait important au point de vue de la pathologie cellulaire, que les cellules à bacilles se comportent de deux façons différentes vis-à-vis du parasite. Lorsque la Microsporidie agit directement sur la cellule, elle détermine la mort rapide de celle-ci. Au contraire, dans les lobes où la marche du parasite est plus lente, les cellules à bacilles éloignées du centre d'infection réagissent; elles perdent leurs caractères différentiels et font retour au type embryonnaire. Les autres cellules de ces lobes, cellules graisseuses et cellules à urates, se comportent de même. Cette réaction des tissus de l'hôte vis-à-vis du parasite détermine l'apparition d'un tissu de néoformation qui rappelle certaines tumeurs cancéreuses.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Étude expérimentale sur les médications excitomotrices de l'estomac à l'aide de la fluoroscopie.* Note de M. G. CARRIÈRE, présentée par M. Bouchard.

Les recherches de Schnitzeler, Moritz, Pfungen, Hofmeister, Schutz, etc. ont déjà jeté un certain jour sur les fonctions motrices de l'estomac; mais ces auteurs utilisaient le procédé de Sahli (épreuve du salol) qui n'est pas très exact puisque des causes d'erreur peuvent tenir à la façon dont se produit le dédoublement du salol dans l'intestin, et la méthode de Klemperer-Leube, qui nécessite des cathétérismes répétés, toujours désagréables et pénibles pour les patients, et des dosages toujours assez minutieux et surtout très longs.

Cannon (de Boston), Roux et Balthazard, Kraus ont utilisé la fluoroscopie chez les animaux dans le but d'étudier les fonctions motrices de l'estomac. Roux et Balthazard, Béclère l'ont appliquée chez l'homme.

Je me suis attaché, en me servant de cette méthode, à juger la valeur des diverses médications que l'on a préconisées, pour exciter la musculature de l'estomac atone.

Méthode employée. — J'ai eu recours à la méthode de Rieder.

J'ai administré à mes sujets un repas d'épreuve, sensiblement analogue au repas normal, et composé de :

200g de bouillon,

60^{g} de viande,
50^{g} de pain,
200^{g} de semoule au lait additionnée de 30^{g} de bismuth.

L'addition du bismuth n'est pas nuisible pour le patient.

J'ai pu, au préalable, établir que cette addition ne trouble pas le chimisme gastrique.

Enfin en étudiant comparativement la méthode de Sahli, celle de Klemperer et celle de Rieder, j'ai pu constater que le bismuth ne trouble point les fonctions motrices.

La méthode paraît donc à l'abri de la critique. J'ai tout d'abord déterminé dans chaque expérience la durée que met l'estomac à se vider : en moyenne il faut 4 à 5 heures, ainsi que l'ont établi des essais faits sur l'estomac sain.

Mais comme ces médications s'appliquent à des estomacs atones, c'est sur de tels estomacs que j'ai expérimenté.

J'ai divisé les médications en deux grandes catégories :

Médications par les agents physiques,
Médications médicamenteuses.

Agents physiques. — Voici comment on peut les classer par ordre d'activité décroissante :

1. Le massage fait 3 heures après le repas.
2. Le courant de Watteville.
3. Le courant faradique, les courants galvaniques avec interruptions rythmées et espacées.
4. L'application de compresses froides 3 heures après le repas.
5. L'absorption de boissons très chaudes à la fin du repas.
6. La limitation de la quantité de boissons.
7. La mastication prolongée.
8. L'application de compresses chaudes n'a presque aucune action.

Agents médicamenteux. — Les médicaments que nous avons étudiés peuvent être classés de la façon suivante par ordre d'activité décroissante :

1. La strychnine et la poudre de noix vomique (20^{cg})
2. L'ipéca à la dose de 5^{cg} à 10^{cg}
3. L'ergot de seigle à la dose de 15^{cg} à 20^{cg} } très actifs.
4. La caféine à la dose de 25^{cg}, la quassine amorphe ($0^{g},05$).
5. L'absinthine (1^{cg}) et l'hamamelis virginia (30 gouttes de teinture).
6. La gentiane, le colombo, le chardon bénit, la ményanthe n'ont qu'une action insignifiante.

Certains de ces médicaments associés entre eux ont une action plus manifeste encore.

Je n'ai étudié que les médicaments purement excitomoteurs, me réservant de passer en revue les médications qui, en même temps, agissent sur la sécrétion gastrique.

PARASITISME. — *Un nouveau Myxomycète, endoparasite des Insectes.* Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Guignard.

Si l'on met à part l'organisme encore énigmatique que Zopf a signalé en 1882, dans les muscles du Porc, sous le nom de *Haplococcus reticulatus*, en le rattachant à ses *Monadineæ azoosporeæ*, et le *Mycetosporidium talpa* découvert par Léger et Hesse dans les Otiorhynques et dont les affinités restent à préciser, on peut dire que l'on ne connaît encore actuellement aucun Myxomycète endoparasite chez les animaux.

Il n'est donc pas sans intérêt de signaler ici un organisme que j'ai rencontré au cours de mes recherches sur les endoparasites des insectes et qui, par l'ensemble de ses caractères, me paraît indiscutablement devoir rentrer dans ce groupe de Protophytes.

Ce parasite, que je désignerai sous le nom de *Sporomyxa scauri* (n. g., n. sp.), vit dans les organes génitaux, le corps graisseux et le sang d'un Coléoptère ténébrionide, le *Scaurus tristis* Ol. Les *Scaurus* que j'ai examinés à ce point de vue provenaient d'Algérie et se montraient presque tous infestés.

Les organes envahis sont reconnaissables aux plus faibles grossissements, à la présence de nombreuses spores ovoïdes et transparentes, disséminées dans les tissus, tantôt isolées, tantôt groupées en amas plus ou moins nombreux.

Les stades végétatifs sont si transparents qu'il est à peu près impossible de les distinguer sur le vivant. Ce n'est qu'au moyen de coupes convenablement colorées, qu'il est possible de les déceler dans les tissus. Le corps graisseux du *Scaurus* est la région qui se prête le mieux à leur étude. Là, le parasite vit indistinctement dans ou entre les cellules adipeuses et ne montre pas de mouvements perceptibles.

Les stades les plus jeunes sont ovoïdes ou sphériques, de 8^{μ} de diamètre environ, avec un seul noyau. Les stades plus âgés sont amœbiformes ou massifs et possèdent de 2 à 8 noyaux au maximum. Les stades à 4 noyaux sont les plus communs. Le cytoplasme, hyalin dans les formes jeunes intracellulaires, a souvent ses limites si peu précises qu'il semble se confondre avec celui de la cellule-hôte ; plus tard, il se charge de grains chromatiques et de globules graisseux. Les noyaux sont sphériques, de grande taille, et montrent la structure typique avec nucléole et chromatine en réseau. La multiplication nucléaire a lieu par mitose avec belles fibres fusoriales.

Les stades végétatifs se multiplient par division suivant des modes variés : schizogonie binaire, multiple, ou plasmotomie.

A la fin de la vie végétative, les parasites se dissocient en éléments le plus souvent uninucléés qui deviendront chacun une spore après condensation du cytoplasma et du noyau et sécrétion d'une paroi très résistante. Ces spores sont ovoïdes et mesurent $10^{\mu} \times 8^{\mu}$. Leur paroi finement striée bleuit par l'action successive de l'iode et de l'acide sulfurique. On trouve aussi, mais plus rarement, de grosses spores multinucléées.

Les spores ainsi formées dans le tissu graisseux ou dans d'autres organes sont isolées ou agglomérées en masses plus ou moins considérables, mais jamais réunies dans des sporanges.

Dans les testicules, le parasite envahit d'abord les cellules des loges, puis détruit en les comprimant les cellules sexuelles auxquelles il se substitue peu à peu. Dans les ovaires, son action est moins grave, car s'il infeste abondamment les cellules vitellines et celles de la gaine ovigère; il semble toujours respecter les œufs. Dans le sang, on n'observe guère que des stades sphériques à 2-4 noyaux et point de spores.

Malgré des infections intenses, les *Scaurus* ne semblent pas trop souffrir de la présence du parasite dont l'action pathogène consiste surtout dans la castration partielle qu'il provoque chez les mâles.

Le *Sporomyxa* n'est pas sans présenter, au point de vue de son mode de vie et de ses caractères cytologiques, de grandes affinités avec les *Plasmodiophora;* mais il s'en éloigne considérablement par sa sporulation ainsi que par la forme et la taille de ses spores. A cet égard, il se rapproche davantage des formes inférieures primitives d'Acrasiées telles que le *Sappinia* (Dangeard) qui, comme lui, donne des spores libres sans formation sporangiale.

Le *Sporomyxa* constitue ainsi une forme de transition entre les Phytomyxinées (*Plasmodiophora*) et les Acrasiées inférieures.

Des détails plus circonstanciés sur la structure et l'évolution de cet organisme, ainsi qu'une discussion plus approfondie de sa position systématique, seront donnés prochainement dans un Mémoire détaillé.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 NOVEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Wallerant* pour occuper, dans la Section de Minéralogie, la place devenue vacante par suite de la nomination de M. *de Lapparent* comme Secrétaire perpétuel.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Wallerant** prend place parmi ses Confrères.

M. **Janssen** transmet à M. le Président de l'Académie la dépêche qu'il a reçue le 14 novembre de M. *Landerer*, à Valence, en Espagne :

Observé Mercure, temps superbe, disque rond plus noir que noyau; taches dans auréole.

LANDERER.

ASTRONOMIE. — *Passage de Mercure sur le Soleil des* 13-14 *novembre* 1907. *Observations faites à l'Observatoire de Nice.* Note de M. **Bassot**.

Les observations du passage de Mercure sur le Soleil ont été faites aux divers équatoriaux de l'Observatoire de Nice et au Cercle méridien Brunner.

1° *Équatorial Gautier de* $0^m,76$ *d'ouverture et de* 18^m *de distance focale* (observateurs : MM. Javelle et Simonin, assistés de M. Colomas). — M. Javelle a pointé les contacts à l'aide du chronographe en employant un grossissement de 285; l'ouverture de l'objectif avait été réduite à $0^m,18$; il a trouvé :

	T. m. de Nice.
Premier contact	manqué
Deuxième contact	$22^h.54^m.48^s$
Troisième contact	2.17. 9
Quatrième contact	2.19.34

M. Simonin a pointé les heures des contacts en se servant du chercheur de l'équatorial, dont l'ouverture libre est de $0^m,16$ et la distance focale de $2^m,10$; pour ces observations, l'ouverture avait été réduite à $0^m,08$; le grossissement utilisé était 40; il a obtenu les nombres suivants, en se servant d'un chronomètre à temps moyen :

	T. m. de Nice.
Premier contact	manqué
Deuxième contact	$22^h.55^m.17^s$
Troisième contact	2.17.29
Quatrième contact	2.19. 4

En pointant successivement les deux bords de la planète à l'aide d'un fil mobile placé alternativement dans l'angle de position de 90° et de 0°, on a obtenu, à cet équatorial, les valeurs suivantes des diamètres de Mercure :

		N. de C.	Observateurs.
Diamètre équatorial	9",70	32	Javelle
	7,62	32	Simonin
Diamètre polaire	8,47	31	Javelle
	7,38	24	Simonin

Remarques. — M. Javelle a vu, pendant 20 secondes environ, avant le deuxième contact, un ligament noir, et, de même avant le troisième contact, il a remarqué autour du disque noir, très agité, de la planète une illumination blanchâtre.

M. Simonin a vu une goutte noire quelques secondes avant le deuxième contact et une goutte noire, par intermittences, avant le troisième; images mauvaises, disque noir entouré d'apparences jaunâtres.

2° *Équatorial coudé de* $0^m,40$ *d'ouverture et de* 10^m *de distance focale* (Observateur : M. Giacobini). — L'ouverture avait été réduite à $0^m,10$;

le grossissement employé était 280. Les heures observées pour les contacts sont les suivantes :

	T. m. de Nice.
	h m s
Premier contact	22.52.56
Deuxième contact	22.54.42
Troisième contact	2.17.38
Quatrième contact	2.19.25

Le diamètre équatorial a été déterminé par 60 passages de la planète à deux fils fins; on pointait alternativement à chaque fil un seul bord. Le diamètre polaire a été d'abord obtenu en pointant, au même instant, les deux bords de la planète à l'aide de deux fils fins mobiles; le nombre de ces pointés est de 16; ensuite 11 pointés ont été faits alternativement sur chaque bord de la planète.

Les résultats sont les suivants :

		N. de C.
Diamètre équatorial	10",10	60
Diamètre polaire	9,96	16
	11,18	11

Remarque. — La planète s'est allongée, quelques secondes avant d'atteindre le bord du Soleil, lorsqu'on cherchait à observer le troisième contact.

3° *Équatorial Gautier de* $0^m,38$ *d'ouverture et de* $6^m,90$ *de distance focale* (Observateur : M. Charlois, assisté de M. Fantapié). — L'ouverture avait été réduite à $0^m,07$ et le grossissement était de 140.

Les divers contacts ont été observés aux heures suivantes :

	T. m. de Nice.
	h m s
Premier contact	22.53. 7
Deuxième contact	22.55. 2
Troisième contact	2.17.54
Quatrième contact	2.19.14

Le diamètre équatorial a été déterminé par 40 mesures faites en maintenant un bord de la planète tangent au fil fixe du micromètre tourné de 90° et en pointant l'autre bord avec un fil mobile.

Pour le diamètre polaire, on a fait 52 mesures, en pointant successivement l'un des bords avec un fil mobile et l'autre bord avec un second fil mobile.

Ces mesures ont conduit aux résultats suivants :

		N. de c.
Diamètre équatorial...........	8″,43	40
Diamètre polaire.............	7″,90	52

Remarques. — Le premier contact a été noté au moment où l'on a aperçu une légère déformation du disque solaire dans l'angle de position calculé. Les deux derniers contacts ont pu être assez bien déterminés, malgré la grande agitation des bords du Soleil.

Après le deuxième contact et avant le troisième, le ligament noir a apparu très distinctement, son épaisseur étant toujours inférieure au diamètre de la planète.

Les bords de la planète sont restés constamment diffus et très ondulants; c'est ce qui rend très incertains les diamètres obtenus.

Les temps étaient notés par M. Fantapie placé devant la pendule.

4° *Cercle méridien Brunner.* (Observateur: M. Prim.) — L'objectif de cet instrument a $0^m,20$ d'ouverture et $3^m,20$ de distance focale; l'ouverture utilisée était de $0^m,08$, avec un grossissement de 130.

Avant le passage du Soleil, on a observé à la lunette et au cercle α Petite Ourse (P. I.) et trois étoiles horaires; puis on a pointé à 4 fils horaires le premier bord du Soleil, et aux 8 fils horaires le premier et le second bord de Mercure; on a fait, en outre, sur chacun des bords de la planète, deux pointés en distance polaire, qui ont été ramenés à l'instant du passage du centre de la planète au fil moyen. Après le passage de Mercure, on a pointé la mire sud et déterminé l'inclinaison à l'aide du nadir; la collimation polaire a été donnée par les étoiles observées avant ce passage.

Les résultats obtenus sont les suivants :

	N. de c.	T. m. de Nice.	Æ app.	δ app.
		h m s	h m s	
☉ 1er bord).....	4	23.43.14,4	15.12.51,77	»
☿ (1er bord)......	8	23.45. 2,8	15.14.40,43	»
☿ (2e bord).	8	23.45. 3,5	15.14.41,13	»
				° ′ ″
☿ (bord sup.)....	2	23.45. 3,1	»	— 17.50.25,3
☿ (bord inf.).....	2	23.45. 3,1	»	— 17.50.35,0

Ces observations fournissent pour l'éphéméride de Mercure donnée par la *Connaissance des Temps* les corrections

$$-0^s,26 \text{ et } -9'',1,$$

et pour les valeurs des diamètres

		N. de c.
Diamètre équatorial	10″,03	8
Diamètre polaire	9″,71	2

Nota. — Les déclinaisons données ci-dessus sont corrigées de la parallaxe.

5° Le service d'astro-physique, récemment organisé à l'observatoire de Nice par M. Chrétien, n'a pas pu tirer de conclusions un peu certaines des expériences faites, en raison de la mauvaise qualité des images.

a. La comparaison des différents diamètres n'a rien donné; non plus que les photographies faites toutes les 10 secondes, ni l'étude du spectre par le réseau.

b. Les spectres obtenus avec le prisme ne présentent aucune particularité; la mobilité de l'image empêchait de la maintenir sur la fente à l'endroit voulu.

c. Mme Chrétien a obtenu, à l'aide de l'héliographe, douze photographies instantanées, dont trois ont été prises de minute en minute à l'entrée, et trois dans les mêmes conditions à la sortie; les six autres ont été prises de demi-heure en demi-heure pendant la durée du passage.

Ces photographies mesurent 16^cm^ de diamètre : elles permettront de déterminer l'époque des contacts et surtout l'angle de position de la corde décrite par Mercure sur le Soleil.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations de la comète Daniel d 1907 et plan général d'organisation pour l'étude physique complète des comètes.* Note de M. **H. Deslandres.**

Les comètes sont les astres les plus curieux du ciel, que l'on examine leurs mouvements ou leur constitution physique et chimique. Mais, si l'étude de leurs mouvements est organisée avec soin depuis longtemps, l'étude physique est en général ou complètement négligée, ou insuffisante.

Par exemple, la comète Daniel *d* de cette année, la plus brillante apparue depuis 1903, a été l'objet dans le domaine physique de recherches intéressantes, qui, même, ont donné des résultats nouveaux; mais ces résultats me paraissent incomplets. Aussi, je suis conduit à les discuter et à indiquer les points qui sont encore à éclaircir; en même temps, comme l'insuffisance des résultats est due surtout à l'insuffisance des appareils, je propose aux

observatoires une organisation spéciale nouvelle et même permanente pour la reconnaissance complète du phénomène.

Dans l'étude physique, on peut distinguer deux branches principales : d'une part, l'observation des formes et des variations parfois si curieuses et rapides de la queue, de la tête et du noyau; d'autre part, l'observation de la lumière considérée en elle-même, c'est-à-dire l'étude de son état de polarisation, et surtout de son spectre qui peut déceler pour chaque partie l'état physique et la constitution chimique.

Pour la comète Daniel, les formes et leurs variations successives ont été relevées avec l'œil par Esclangon à Bordeaux et, avec la plaque photographique, par Flammarion et Quénisset à Juvisy, par Chrétien à Nice, par Deslandres et Bernard à Meudon (1). On a signalé aussi de très belles épreuves obtenues à l'Observatoire de Greenwich, qui, comme celui de Juvisy, a employé judicieusement deux sortes d'appareils : un appareil à court foyer pour la queue et un autre à long foyer pour les détails de la tête. L'enregistrement des formes est donc poursuivi déjà dans d'excellentes conditions.

Les observations spectrales, peut-être parce qu'elles sont un peu plus compliquées, ont été moins nombreuses, les observations photographiques surtout; ces dernières, cependant, sont fort utiles, puisqu'elles décèlent des radiations que l'œil ne peut pas saisir. Tout d'abord, Deslandres et Bernard, qui opèrent avec des chambres prismatiques (chambres photographiques précédées simplement d'un prisme) annoncent que la tête offre le spectre ordinaire des comètes, c'est-à-dire les bandes des hydrocarbures et du cyanogène, mais que la queue, par contre, a un spectre spécial différent, qui comprend trois raies ou bandes, d'origine indéterminée, deux bleues et une violette.

Ce résultat est nouveau et curieux, car, avec les comètes précédentes, les queues qui ont pu être analysées au spectroscope, et en particulier la queue si brillante de la comète de 1882, ont donné sur toute leur longueur le même spectre que la tête ou le spectre des hydrocarbures.

A Göttingue, Rosemberg (*Astronomische Nachrichten*), aussi avec une chambre prismatique, ne signale pas les trois radiations nouvelles, mais

(1) Voir Esclangon, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 409. — Quénisset, *Bulletin astronomique*, p. 386, septembre 1907. — Chrétien, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 49. — Deslandres et Bernard, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 445, et *Knowledge and scientific News*, octobre 1907.

remarque sur ses épreuves des prolongements dus à la queue, qui ne correspondent pas aux bandes les plus intenses de la tête.

Finalement, Chrétien publie ses observations faites à Nice en août avec un appareil similaire; il confirme et même complète les résultats de Meudon. Ces épreuves offrent nettement les trois radiations de la queue déjà signalées, et même les offrent doubles. Cette différence s'explique aisément par la puissance plus grande de l'appareil niçois qui est deux fois et demi plus long et large que celui de Meudon.

Les différences peuvent tenir aussi à ce que les épreuves des divers observateurs n'ont pas été obtenues aux mêmes jours. De toute façon, un fait bien net se dégage : la queue de cette comète avait un spectre autre que celui de la tête et offrait avec la chambre prismatique trois images distinctes qui, même à Nice, étaient doubles. Mais, et c'est là un point sur lequel je dois insister, bien que l'épreuve de Nice soit supérieure à celle de Meudon, on ne peut conclure à l'existence de trois radiations doubles ou de six radiations distinctes. Car, si la chambre prismatique employée par tous a de grands avantages pour capter les lumières faibles, elle a aussi des inconvénients graves; lorsque la source a un diamètre apparent sensible, la chambre enchevêtre les images de radiations différentes et place à des positions différentes le long du spectre les images dues à une même radiation simple. Les apparences observées à Nice s'expliquent simplement en supposant trois images strictement monochromatiques qui auraient une raie noire centrale, comme, souvent, les images ordinaires de la queue. Cette raie noire, comme on sait, est attribuée à l'écran que forme le noyau, pour la force répulsive émanée du Soleil; elle annonce une queue creuse à l'intérieur et est plus ou moins visible suivant les jours (1).

La raie noire centrale, il est vrai, n'apparaît pas sur l'image du même jour obtenue à Nice avec la chambre ordinaire sans prisme; mais son absence peut tenir à la longueur de la pose ou à la superposition de l'image des particules lumineuses de la queue, qui disparaît dans le spectre.

En fait, avec la chambre prismatique seule, il est impossible ou très difficile de décider entre les deux interprétations et de reconnaître avec précision la nature et la longueur d'onde exactes des radiations spéciales émises par la queue cométaire. Un spectrographe ordinaire à fente serait néces-

(1) La raie noire centrale est très variable; plus ou moins noire suivant les jours, elle disparaît parfois ou même est remplacée par une raie brillante, plus brillante que la queue.

saire; c'est pourquoi, à Meudon, un de ces spectrographes avait été organisé, confié à Bosler et dirigé sur la comète en même temps que les chambres prismatiques (¹). Mais l'appareil, formé de prismes peu transparents, n'était pas assez lumineux; il a bien donné le spectre de la tête, mais non celui de la queue.

Cette insuffisance des méthodes et des appareils employés est regrettable; car la reconnaissance de ces radiations nouvelles soulève un des points les plus curieux du problème cométaire. Ces astres singuliers ont souvent plusieurs queues, de courbures différentes, ce qui annonce des rapports différents entre les forces répulsives et attractives émanées du Soleil. Bredichin a ainsi distingué trois types de queues numérotés 1, 2, 3, et qui correspondent en moyenne aux rapports 13,5, 1,6 et 0,3. Il a ajouté que ces nombres étaient inversement proportionnels aux poids atomiques de l'hydrogène, de l'hydrocarbure et du fer, et que les queues des trois types étaient formées probablement par les trois corps précédents. Or l'expérience lui a donné raison pour les queues du second type, les seules étudiées jusqu'ici dans leur spectre, qui, toutes, ont donné le spectre des hydrocarbures; la vérification manque encore pour les queues des autres types.

Si nous revenons à la comète Daniel, le type spécial auquel appartient sa queue ne peut être déterminé par la courbure; car la Terre est très voisine du plan de l'orbite et les diverses queues, supposées dans son plan, se projettent toutes à peu près suivant une ligne droite. On peut simplement inférer du spectre spécial observé, qui exclut le deuxième type, et de la rareté ordinaire du troisième type, que la queue appartient probablement au premier, comme dans la comète de 1861 (²).

D'ailleurs, Deslandres et Bernard, après avoir mesuré d'une manière approchée les longueurs d'onde des trois radiations nouvelles, ont remarqué que deux d'entre elles sont voisines de raies spéciales de l'hydrogène, découvertes par Pickering dans les étoiles telles que ζ *Puppis*.

Cette discussion fait ressortir l'extrême importance des recherches spectrales sur les comètes, dont l'intérêt apparaît plus grand encore si l'on

---

(¹) Bosler, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 582.

(²) Dans les comètes qui ont les queues des trois types, en général, la queue du second type est la seule très brillante et la seule que l'on puisse analyser au spectroscope. Cependant les comètes de 1843 et de 1861, apparues, il est vrai, avant l'analyse spectrale, avaient une queue du premier type, qui était la plus brillante. Probablement la comète Daniel est dans le même cas.

remarque que la cause de l'illumination de la queue est toujours indéterminée. Il convient donc de s'organiser amplement et à l'avance pour une étude complète du phénomène.

Je suis conduit à proposer :

1° Pour l'enregistrement des formes, deux séries de chambres photographiques, ayant des objectifs de grande ouverture, les unes avec un court foyer pour l'image de la queue, les autres avec un foyer long pour les détails de la tête;

2° Pour l'étude spectrale, à la fois des chambres prismatiques et des spectrographes à fente, de grande dimension s'il est possible, mais surtout ayant une grande concentration de lumière ou un rapport élevé de l'ouverture du dernier objectif à la distance focale. Les chambres prismatiques assurent la reconnaissance générale de l'ensemble; les spectrographes à fente permettent l'interprétation précise de ces premiers résultats, et la mesure exacte des longueurs d'onde (1).

Tous ces appareils spectraux doivent pouvoir tourner autour de la ligne de visée de la comète, de manière que la queue ait sur l'épreuve et la fente l'orientation convenable. Cette condition fort utile était déjà réalisée avec les appareils spectraux employés cette année à Meudon pour la comète Daniel.

3° Des chambres photographiques ordinaires à grand rapport d'ouverture, munies d'écrans colorés spéciaux qui arrêtent les radiations gazeuses de la queue, déterminées par les appareils précédents. L'image obtenue est formée seulement par les particules brillantes de la comète; et, si on la compare aux précédentes, on reconnaît la distribution, la proportion des deux éléments principaux, gaz et particules.

Cette méthode des écrans colorés a été déjà appliquée avec succès par

(1) En général, les chambres prismatiques donnent les longueurs d'onde avec précision, seulement lorsque la source est réduite à un point, comme avec les étoiles. Sur ce terrain, le spectrographe à fente est supérieur, et, pour cette raison, est employé seul à la mesure des vitesses radiales. Lorsque Pickering a reconnu dans l'étoile ζ Puppis une série nouvelle de raies de l'hydrogène, il a hésité d'abord sur leur attribution à l'hydrogène, parce que le spectre avait été obtenu avec une chambre prismatique.

Si la source a un diamètre apparent, une nouvelle complication survient, due à ce qu'on ne peut déterminer exactement à quelle partie de la source se rapporte la radiation observée.

Deslandres et Blum à la séparation des gaz et des particules dans la chromosphère solaire pendant l'éclipse totale de 1905.

4° Des chambres photographiques ordinaires, également à grand rapport d'ouverture, complétées par des prismes biréfringents et destinées à reconnaître la distribution et la proportion de la lumière polarisée.

De semblables chambres ont été déjà appliquées à la couronne solaire et aux jets coronaux qui offrent d'ailleurs de nombreux points communs avec les queues cométaires.

Ces quatre groupes d'appareils doivent assurer l'étude physique complète des comètes; et, comme ils s'appliquent aussi aux nébuleuses, ils pourront être organisés d'une manière permanente. De plus, les comètes ont des variations parfois très rapides, et l'on peut leur appliquer la formule déjà posée pour le Soleil. *Il faut enregistrer d'une manière continue tous les éléments variables des comètes.* Or, l'étude continue exige le concours d'Observatoires également répartis en longitudes; on sera conduit à organiser la coopération pour les comètes, comme on le fait en ce moment pour le Soleil.

ASTRONOMIE. — *Le passage de Mercure sur le Soleil du 14 novembre 1907 à l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **Ch. André.**

J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie des observations faites à l'Observatoire de Lyon lors du passage de Mercure le 14 novembre dernier.

Nous avions surtout en vue trois points importants :

1° L'étude des phénomènes de diffraction qui se passent au voisinage des contacts dans l'observation directe et la détermination des instants de ces derniers;

2° La comparaison de l'observation directe à celle faite par projection;

3° Une mesure systématique du diamètre de Mercure suivant huit directions variant de 22°5 en 22°5.

Malheureusement, l'état du ciel s'est opposé à la réalisation de la plus grande partie de ce programme. Pendant presque toute la durée du passage le Soleil a été caché par les nuages, et nous n'avons eu à notre disposition que quelques rares éclaircies fractionnant les observations en un certain nombre de petites séries, parfois même incomplètes. Aussi avons-nous dû renoncer à l'observation par projection; nos mesures de diamètre ne sont pas assez nombreuses pour permettre l'étude systématique que nous

avions projetée et nous n'avons pû observer que le troisième et le quatrième contact.

Nos instruments étaient répartis de la façon suivante :

M. Luizet était chargé de l'équatorial Brunner ($O = 0^m,16$, $G = 210$); M. Guillaume de l'équatorial Gautier ($O = 0^m,16$, $G = 370$) et M. Merlin de l'équatorial coudé ($O = 0^m,06$, $G = 360$).

Voici les résultats obtenus pour les deux contacts en temps moyen de Paris.

Troisième contact.

Apparition du ligament noir.			Contact géométrique.		
Luizet.	Guillaume.	Merlin.	Luizet.	Guillaume.	Merlin.
$1^h 57^m 11^s$	$1^h 57^m 2^s$	$1^h 57^m 0^s$	$1^h 57^m 23^s$	$1^h 57^m 18^s$	$1^h 57^m 25^s$

Quatrième contact.

			$1^h 59^m 48^s$	$1^h 59^m 49^s$	$1^h 59^m 29^s$

Avec l'angle de position 343°, 8 pour ce quatrième contact.

Quant aux mesures du diamètre, M. Guillaume a pu en effectuer 70, M. Luizet 54 et M. Merlin 28. Les nombres qui s'en déduisent sont donnés dans le Tableau suivant :

	Angle de position.	Luizet.	Guillaume.	Merlin ($O = 0^m,28$).
Parallèle au mouvement diurne	90°-270°	9",5	8",1	
Perpendiculaire au mouvement diurne.	180-0	9,6	8,4	8",4
NE-SW	45-225	9,2	8,4	
SE-NW	135-315	10,2	9,7	
Moyenne		9,58	8,92	8,4

Sans y insister aujourd'hui, et réservant l'étude de cette question pour pour une Note ultérieure, je ferai remarquer que, si les valeurs obtenues dans les deux premières directions peuvent être considérées comme identiques entre elles pour chacun des deux premiers observateurs, il n'en est pas de même pour celles des deux directions intermédiaires; chacun d'eux a trouvé un diamètre notablement moindre dans l'angle de position 45°-225° que dans la direction perpendiculaire 135°-315°.

Aucun de ces trois observateurs n'a vu sur la planète, ou autour d'elle, trace d'apparence singulière; à tous, Mercure a paru uniformément sombre et plus noir que la moyenne des taches alors visibles; de même aucun d'eux n'a pû voir la planète sur la couronne solaire.

Observations au cercle méridien. — M. Merlin a pu faire en outre une observation méridienne de Mercure, observation malheureusement non complète.

En voici les résultats :

Ascension droite du centre de Mercure............	$15^h 14^m 38^s,9$
Déclinaison du centre de Mercure.................	$-17°50'5'',8$
Diamètre perpendiculaire au mouvement diurne....	$8'',2$

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure sur le Soleil les* 13-14 *novembre* 1907, *à l'Observatoire de Toulouse*. Note de M. **B. Baillaud.**

I. M. Saint-Blancat, au chercheur Eichens de $0^m,18$ d'ouverture et $2^m,28$ de distance focale, dont l'ouverture a été réduite à $0^m,12$ par un diaphragme, a observé le premier contact intérieur à

$$22^h 31^m 34^s,0 \qquad \text{(t. m. Toulouse)}$$

ayant eu l'impression que le contact avait déjà eu lieu à l'instant noté, et le deuxième contact intérieur à

$$1^h 54^m 6^s,7.$$

M. Saint-Blancat avait donné deux autres tops respectivement à

$$1^h 53^m 46^s,7$$
$$1^h 54^m 1^s,9$$

mais c'est celui de

$$1^h 54^m 6^s,7$$

qui lui a paru le meilleur.

Il n'a rien observé de particulier soit sur le disque de Mercure, soit sur les bords, qu'il a trouvés très nets.

Aux moments des deux contacts extérieurs, le Soleil était voilé par les nuages. La durée des éclaircies, durant les contacts intérieurs, n'a été que de 1 à 2 minutes. Pendant toute la journée, le Soleil est resté caché plus des neuf dixièmes du temps.

II. M. Bourget a observé le phénomène à la lunette pointeur du télescope Gautier, sans diaphragme, 14^{cm} d'ouverture et $3^m,60$ de distance focale. L'oculaire avait été muni d'un photomètre à coin permettant d'affaiblir dans de larges limites la lumière, suivant les instructions données jadis par M. André.

Le premier contact extérieur a été caché par les nuages.

Au moment du premier contact intérieur les images étaient tellement ondulantes que M. Bourget jugea impossible de fixer d'une manière raisonnable l'heure du contact.

Il a observé le second contact intérieur, les images étant bien meilleures sans toutefois être excellentes.

Il a vu l'apparition du ligament noir à travers la partie la moins absorbante du coin supportée par l'œil à l'heure

$1^h 53^m 44^s,7$ t. m. T. Pendule Fénon 66.

En fonçant le coin de manière à diminuer l'éclat de la lumière, il a fait disparaître le ligament et a noté l'heure du contact

$1^h 53^m 52^s,7$

avec le sentiment de l'avoir apprécié un peu tard.

Le second contact extérieur fut, comme le premier, couvert par les nuages.

Mercure était nettement plus noir que les noyaux des taches solaires voisines et a paru à M. Bourget comme entouré par moments d'un très léger liséré jaune paille clair.

Les images étaient d'ailleurs extrêmement instables. L'heure calculée pour Toulouse du contact observé était, d'après la *Connaissance des Temps*,

$1^h 53^m 33^s,1$.

III. M. Montangerand a obtenu vingt-quatre clichés photographiques à l'instrument de la Carte du Ciel, du commencement à la fin du phénomène, par un ciel très brumeux. Il a noté naturellement les instants des images.

Un obturateur rapide et un magasin à escamotage avaient été adaptés à l'instrument; tout a bien fonctionné.

Les clichés seront examinés à fond et mesurés ultérieurement.

Visuellement, M. Montangerand a constaté, avec la lunette-pointeur qui était munie d'un écran, que le noir du disque de Mercure était beaucoup plus intense que celui des noyaux des taches visibles sur le Soleil.

Les images étaient généralement ondulantes.

IV. A l'équatorial Brunner-Henry de $0^m,38$ d'ouverture et 6^m de foyer, M. Rossard n'a pu observer le commencement du phénomène à cause des nuages et de la buée déposée sur l'objectif.

Il a pu observer le deuxième contact intérieur et a trouvé l'heure suivante :

Temps moyen de Toulouse : $1^h 53^m 46^s,2$.

Le deuxième contact extérieur a été aussi empêché par les nuages.

Les heures données par MM. Bourget et Rossard diffèrent de 6 secondes. Elles sont comprises entre les trois tops donnés par M. Saint-Blancat dont les extrêmes diffèrent de 20 secondes.

ASTRONOMIE. — *Observations du passage de Mercure sur le disque du Soleil, faites à l'Observatoire de Marseille, les* 13 *et* 14 *novembre* 1907. Note de M. **E. Stephan.**

Le passage de Mercure sur le disque du Soleil a été observé à l'Observatoire de Marseille par MM. Borrelly, Coggia, Esmiol, Fabry, Lubrano, Maitre et Stephan.

Pendant toute la durée du phénomène le ciel est demeuré pur; les observations ont donc pu être faites dans de bonnes conditions, en dépit d'un mistral assez fort.

On a observé les quatre contacts, exécuté d'assez nombreuses mesures de diamètre et examiné avec soin l'aspect de la planète; en outre, celle-ci a été prise à son passage au méridien par M. Coggia.

Voici, en temps moyen de Paris, les heures trouvées pour les contacts :

	1er contact nov. 13.	2e contact nov. 13.	3e contact nov. 14.	4e contact nov. 14.
	h m s	h m s	h m s	h m s
Borrelly.......	22.32.29	22.34.55	1.57. 3	1.59.43
Goggia...	22.32.56	22.35 5	1.57. 9	1.59.23
Esmiol........	22.32.46	12.34.56	1.57.11	1.59.51 ?
Fabry	22.33. 5	22.35.13	1.57.14	1.59.25
Maitre...		22.35.20	1.57. 6	1.59.23
Stephan.......	22.33. 9	22.35.14	1.57.28	1.59.35

Les coordonnées apparentes de Mercure, obtenues par M. Coggia, au Cercle méridien, sont :

		Obs.	Calcul.	Obs. cal.
Nov. 13	ascens. droite........	$15^h 14^m 39^s,58$	$15^h 14^m 39^s,44$	$+0^s,14$
à $23^h 32^m 47^s,1$	dist. pol............	$107°50' 19'',7$		
(T.M. Paris)	dist. pol. géoc.......	$107°50' 8'',4$	$107°50' 8'',1$	$+0'',3$

M. Lubrano m'a assisté au télescope pour les observations des contacts

et pour les mesures de diamètres; dans les intervalles, il a examiné la planète aux divers instruments.

Les résultats des mesures de diamètre sont les suivants :

	Nombre des mesures.	Moyenne.	Instrument.
Borrelly	30	9″,81	Chercheur.
Coggia	9	6,6	Cer. mérid.
Esmiol	18	9,07	Gr. équat.
Fabry	12	8,78	Gr. équat.
Stephan	10	8,90	Télescope.

L'observation de M. Borrelly a été faite avec un micromètre à gros fil mobile unique; celles de MM. Esmiol, Fabry et Stephan, à l'aide d'un micromètre à étoiles doubles et à fils fins; celle de M. Coggia, au Cercle méridien, à l'entrée, au milieu du champ et à la sortie, en pointant alternativement les deux bords avec le même fil de distance polaire.

Instruments. — Les instruments étaient répartis comme il suit entre les divers observateurs :

Borrelly : Chercheur équatorial de comètes; distance focale $2^m,10$; ouverture $0^m,182$, diaphragmée à $0^m,156$; grossissement 120.

Esmiol : Équatorial; distance focale $3^m,10$; ouverture $0^m,26$, diaphragmée à $0^m,10$; grossissement 120.

Coggia : Petit équatorial Secrétan, appartenant à la Faculté des Sciences; distance focale $1^m,30$; ouverture $0^m,09$ diaphragmée à $0^m,055$; grossissement 100. — Lunette du cercle méridien; distance focale $2^m,34$; ouverture $0^m,188$ diaphragmée à $0^m,130$.

Fabry : Petit équatorial ayant servi à M. Borrelly, à Guelma, pour l'observation de l'éclipse de Soleil du 30 août 1905; distance focale $1^m,30$; ouverture $0^m,09$ réduite à $0^m,075$; grossissement 80.

Maitre : Lunette altazimutale; distance focale $1^m,95$; ouverture $0^m,130$ réduite à $0^m,060$; grossissement 40.

Stephan : Télescope Foucault; distance focale $4^m,50$; ouverture $0^m,80$ diaphragmée de manière à laisser libre une couronne circulaire d'un diamètre extérieur de $0^m,40$ et d'un diamètre intérieur de $0^m,20$; grossissement 250.

Remarques. — Le chercheur dont M. Borrelly a fait usage est complètement exposé à l'air libre quand les trappes sont ouvertes. Les observations ont été rendues pénibles par les oscillations que le mistral imprimait à l'instrument. Cette agitation a été surtout gênante pour le premier et le quatrième contact.

Pendant toute la durée du passage, le disque de Mercure a paru, à M. Borrelly, d'un violet sombre et être entouré d'un anneau nébuleux gri-

sâtre dont l'éclat, sensiblement uniforme, était comparable à une faible pénombre de tache solaire. L'épaisseur de cet anneau égalait à peu près le diamètre de la planète.

Une heure environ avant le premier contact, le même observateur a cru distinguer Mercure, pendant quelques instants, sous forme d'un petit disque sombre entouré d'un anneau violet. Il est le seul à avoir éprouvé cette impression.

A l'Équatorial, M. Esmiol a eu de très bonnes images pour les trois premiers contacts, qui ont eu lieu géométriquement; pour le quatrième, au contraire, que l'observateur considère comme incertain, les images étaient très agitées. La planète lui a présenté l'aspect d'un disque très noir et parfaitement circulaire, entouré, à distance, par un anneau. Voici textuellement la description que M. Esmiol donne de cette apparence :

Pendant toute la durée du passage, Mercure présente l'aspect d'un disque parfaitement circulaire, d'une teinte très noire et uniforme, entouré d'un anneau concentrique formé d'un liséré gris foncé allant en s'estompant des deux côtés. J'ai constaté les mêmes apparences au grand télescope de M. Stephan et aux petits équatoriaux de MM. Coggia et Fabry. Quelques minutes après l'entrée de Mercure, cet anneau a été particulièrement net et j'ai pu faire trois déterminations du diamètre polaire, qui m'ont donné, comme moyenne, 21″,51. A l'estime, l'épaisseur de l'anneau est de 3 secondes environ.

Chacun des autres observateurs a successivement passé aux divers instruments; mais aucun d'eux n'a pu voir l'anneau de M. Esmiol.

Ce dernier observateur ajoute que les cornes, découpées par Mercure sur le Soleil, pendant l'entrée, étaient très régulières et n'ont pas présenté la moindre déformation.

MM. Coggia et Fabry décrivent Mercure comme un disque noir bien rond, à bords ondulants, sans aucune auréole sombre ou brillante.

Au télescope, les images étaient animées d'ondulations tellement excessives, surtout à l'entrée, que les instants des contacts ont présenté une grande incertitude; aussi, les nombres que je donne ne doivent-ils être considérés comme exacts qu'à plusieurs secondes près. Le disque de la planète était moins noir que dans les autres instruments, avec un soupçon d'auréole grisâtre impossible à décrire avec précision.

Personne n'a vu sur la planète des taches ou des points brillants, pas plus que des points noirs dans le voisinage.

MM. Borrelly, Esmiol, Fabry et Stephan se sont servis de lames à teinte neutre dégradée.

Seul M. Maitre a eu des traces de ligament : après l'instant noté comme celui du second contact, l'image du bord de la planète est restée 15 secondes environ avant de se détacher de celle du bord du Soleil et inversement, à la sortie, le bord de la planète s'est soudé à celui du Soleil quelques secondes avant l'instant considéré comme celui du troisième contact.

Dans la préparation de ces observations, nous avons été secondés de la manière la plus intelligente et la plus dévouée par notre mécanicien habituel, M. Milon, directeur des ateliers de la maison Santi.

M. **H. Poincaré** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. Devaux-Charbonnel, intitulé : *État actuel de la science électrique*, dont il a écrit la Préface.

M. le Prince **Roland Bonaparte** fait hommage à l'Académie d'un récit des fêtes du bi-centenaire de la naissance de Linné, qu'il a publié sous le titre : *A Upsal.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation d'un de ses Membres qui devra prendre, dans la Commission de surveillance de la circulation monétaire, la place vacante par le décès de M. *Henri Moissan.*

M. **Armand Gautier** réunit l'unanimité des suffrages.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie de scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour le poste de Directeur de l'Observatoire de Marseille, vacant par l'admission à la retraite de M. *Stephan.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 48,

M. Bourget	obtient	40 suffrages
M. L. Fabry	»	6 »
M. Esclangon	»	1 »

Il y a 1 bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre des votants étant 44,

M. Simonin	obtient	36 suffrages
M. L. Fabry	»	8 »

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . M. **Bourget**
En seconde ligne. . . . . M. **Simonin**

L'Académie procède, par la voie de scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour le poste de Directeur de l'Observatoire d'Alger, vaçant par le décès de M. *Ch. Trépied.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 43,

M. Gonnessiat	obtient	38 suffrages
M. L. Fabry	»	2 »
M. Jean Mascart	»	1 »

Il y a 2 bulletins nuls.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre des votants étant 38,

M. L. Fabry	obtient	37 suffrages
M. Jean Mascart	»	1 »

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Gonnessiat**
En seconde ligne . . . . M. **L. Fabry**

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à dresser une liste de deux candidats à la chaire de Chimie organique du Collège de France, vacante par le décès de M. *M. Berthelot*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse à l'Académie, de la part de M. le Ministre des Colonies, un Rapportde M. Boutan sur « Les travaux de la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine, relatifs au traitement des caféiers contre le Borer indien de mars 1904 à juillet 1907 ».

Ce Rapport est renvoyé à l'examen de la Commission permanente de contrôle du Service d'exploration scientifique en Indo-Chine.

M. **E. Heckel**, élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Calcul graphique et Nomographie*, par M. d'Ocagne. (Présenté par M. Humbert.)

2° *Les industries électrochimiques*, par Jean Escard. (Présenté par M. J. Violle.)

3° Un fascicule des Lethæa geognostica, intitulé : *Unterkreide* (*Palæocretacicum*), par W. Kilian.

4° Le Tome I (1906-1907) de la *Revue de Géographie annuelle*, publiée sous la direction de M. Ch. Vélain.

5° *L'Afrique centrale française, récit du voyage de la mission Chari-Tchad*, 1902-1904, par Aug. Chevalier. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

ASTRONOMIE. — *Observations du passage de Mercure sur le Soleil faites à l'Observatoire de Bordeaux le 14 novembre* 1907. Note de MM. **L. Picart** et **E. Esclangon**.

Pendant presque toute la durée du passage le Soleil a été recouvert par un brouillard ou par des nuages supérieurs.

Néanmoins M. Doublet a pu observer le passage de la planète au méridien sur le disque du Soleil; à l'équatorial photographique, M. Courty a pris d'assez nombreux clichés, mais quatre seulement contiennent l'image de la planète; nous publierons prochainement les résultats de ces observations.

A l'équatorial de 8 pouces, M. L. Picart a noté seulement le dernier contact

$13^h 59^m 37^s$, temps moyen de Paris.

A l'équatorial de 14 pouces, M. E. Esclangon a obtenu :

Troisième contact ... $13^h 57^m 40^s,8$
Quatrième contact... $14^h\ 0^m\ 3^s,3$, temps moyen de Paris;

il a évalué l'angle compris entre le rayon Nord et le rayon allant au dernier point de contact à $17^\circ 8'$, cet angle étant formé vers l'Ouest.

ASTRONOMIE. — *Sur le passage de Mercure du 14 novembre 1907 à l'Observatoire de Bourges*. Note de M. **Th. Moreux.**

Malgré quelques nuages et un temps brumeux au début, les observations ont pu se faire pendant la plus grande partie de la durée du passage. Les instruments ont été répartis entre les six observateurs présents : abbé Th. Moreux, directeur; A. Marchand, astronome adjoint (équatorial de 162^{mm}); MM. le capitaine Si Chérif Cadi; S. Roy et M. Bourgognat (lunette de 108^{mm}). M. Brunet s'occupait spécialement de la lecture du chronomètre. D'ailleurs, la durée du passage étant très longue, nous avons pu souvent changer d'instrument.

Contacts. — Le *premier contact*, toujours très difficile à déterminer, n'a pu être précisé ni par moi-même, ni par mon assistant.

Le *deuxième contact*, qui devait se produire ici à $10^h 35^m 9^s,5$, s'est effectué en réalité à $10^h 35^m 41^s$, soit $31^s,5$ après l'heure calculée. Le phénomène de la goutte noire était à peine visible (observation de M. Marchand).

Troisième contact. Cette fois la goutte noire a été très marquée et nous l'avons constatée dans de très bonnes conditions : elle a duré quelques secondes et l'erreur sur le contact réel ne peut dépasser 2 secondes. A l'équatorial de 162^{mm}, avec un grossissement de 325, ce contact a eu lieu à $13^h 57^m 45^s$ au lieu de $13^h 57^m 32^s,3$ (heure calculée), soit $12^s,7$ après le calcul.

La durée théorique du passage entre le deuxième et le troisième contact calculée d'après les éléments de la *Connaissance des Temps* devait être ici de $3^h22^m21^s,8$, tandis qu'elle a été, d'après l'observation, de $3^h22^m4^s$, c'est-à-dire plus courte en réalité de $17^s,8$.

Détail intéressant à noter, les heures des contacts déterminées par les différents observateurs avec divers instruments ont varié suivant le diamètre des objectifs :

Lunette de 162mm (Moreux)............	$13^h 57^m 45^s$
» 108mm (Marchand)...........	13.57.48
» 57mm (Bourgognat)..........	13.57.51
Jumelle (Si Chérif Cadi)................	13.57.53

Peu après le troisième contact, les nuages rendirent toute observation impossible.

Auréole. — Grâce à la présence des nuages nous nous sommes très peu servis de bonnettes, ce qui constituait un très grand avantage optique.

Peu après le premier contact, M. Marchand signalait l'auréole très lumineuse comparable en éclat aux facules : son bord extérieur ne paraissait pas net. Pendant toute la durée du phénomène, l'auréole nous est souvent apparue, surtout aux moments de calme. Deux fois, M. Marchand a signalé la teinte jaune de l'auréole, ce qui peut s'expliquer par un phénomène connu de couleur complémentaire, Mercure apparaissant très souvent avec une teinte sombre violette; le capitaine Cadi a fait la même observation, mais l'auréole lui a paru très irrégulière, alors que Mercure offrait un disque rond et bien défini.

A l'équatorial de 162mm, j'ai vu fréquemment l'auréole, tantôt brillante au début, tantôt grise, comme à 1^h15^m, tantôt dégradée, comme à 1^h21^m.

Le phénomène m'a paru subjectif pour les raisons suivantes :

1° Il offrait des alternatives de visibilité du genre des images consécutives produites sur la rétine.

2° Il n'était pas visible en même temps par les différents observateurs qui se communiquaient leurs impressions.

3° A plusieurs reprises et par vision un peu oblique, en même temps que je voyais l'auréole brillante de Mercure, le disque solaire paraissait bordé d'un liséré sombre. Dès que je fixais attentivement le bord solaire le liséré disparaissait.

4° La largeur de l'auréole a paru être fonction du grossissement et du diamètre de l'objectif, les observateurs l'ont estimée avec le 108 égale au $\frac{1}{3}$, d'autres au $\frac{1}{6}$ du diamètre de Mercure, alors qu'avec le 162 je ne l'ai jamais vue dépasser le $\frac{1}{6}$ du rayon.

Point lumineux. — Au début tous les observateurs ont vu le point lumineux sur le disque de Mercure : sa position était à l'est du centre; à la fin

il était nettement à l'ouest. Le phénomène n'était visible que par intervalles comme l'auréole, et son apparition ne coïncidait pas nécessairement avec cette dernière.

Ces observations s'appliquent à de faibles grossissements. Lorsque j'examinais avec le grossissement de 325 de façon à n'avoir au milieu du champ que Mercure et une partie du Soleil, le point lumineux me paraissait toujours au centre. Dans ces dernières conditions le point était mal défini, très dégradé sur les bords et il oscillait autour du centre. Ce phénomène me semble donc aussi subjectif que l'auréole et il reste à en trouver l'explication.

En examinant à la lunette des disques noirs sur un fond blanc fortement éclairé, on obtient des résultats analogues :

1° L'auréole qui apparaît de temps en temps et qui tient à l'agitation des couches d'air d'une part, à une fatigue faisant varier l'accommodation d'autre part, fatigue semblable à celle qui produit la diplopie monoculaire des micrographes;

2° Le point lumineux qui est beaucoup plus difficile à obtenir; il doit provenir d'une excitation momentanée de la tache jaune : alors que toute la rétine se fatigue, seule la tache jaune, recevant l'image sombre du disque noir, est portée à son maximum de sensibilité et cette condition favorise l'apparition d'une image blanche consécutive.

ASTRONOMIE. — *Occultation des satellites de Jupiter.* Note de M. G. Le Cadet.

J'ai l'honneur d'informer l'Académie que je n'ai point négligé de prendre toutes dispositions à l'Observatoire central de l'Indo-Chine, à Phu-Lien (Tonkin), pour une exacte observation de la disparition des satellites de Jupiter, dans la nuit du 3 au 4 octobre.

Malheureusement, un ciel menaçant et des ondées fréquentes ne m'ont pas permis d'ouvrir la coupole de l'excellente lunette équatoriale de Dallmeyer que je comptais utiliser et j'ai dû guetter l'éclaircie possible au moyen de la petite lunette zénithale de 75^{mm} d'ouverture (munie d'un grossissement de 75) abritée sous une véranda.

J'ai pu observer Jupiter, bien dégagé, à plusieurs reprises, à travers d'étroites déchirures du voile nuageux, entre $14^h 37^m$ et $14^h 52^m$, t. m. de Phu-Lien ($7^h 40^m$-$7^h 55^m$, t. m. de Paris) et chaque fois Jupiter m'est apparu *sans aucun satellite visible*.

Le satellite IV était occulté; le III et le I étaient éclipsés; mais, d'après la *Connaissance des Temps*, le II eût dû être visible jusqu'à $14^h 53^m$ en dehors et tout près du bord oriental du disque. J'ai vainement porté toute mon attention sur ce p int et n'ai pas davantage réussi à apercevoir l'ombre de

ce même satellite qui devait se projeter sur la planète depuis 12^h40^m (5^h43^m, t. m. de Paris).

J'ajoute que la définition était assez mauvaise et que les bandes équatoriales n'étaient que faiblement visibles.

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation du passage de Mercure sur le Soleil des 13-14 novembre* 1907. Note de M. **A. de la Baume Pluvinel**, présentée par M. Bassot.

Les chances de beau temps étant très faibles dans le nord de la France, au mois de novembre, j'ai demandé à M. le général Bassot de vouloir bien m'autoriser à m'installer à l'Observatoire de Nice pour observer le passage de Mercure sur le Soleil. Grâce à la large hospitalité que j'ai reçue à l'Observatoire, j'ai pu établir mes instruments dans d'excellentes conditions et exécuter, en tous points, le programme que je m'étais tracé.

Je me suis proposé de chercher si certaines radiations solaires étaient absorbées par leur passage au travers de l'atmosphère de Mercure. A cet effet j'ai étudié le spectre du Soleil dans le voisinage du bord de la planète afin de me rendre compte si l'absorption produite par l'atmosphère de Mercure modifiait l'aspect de certaines raies noires du spectre de Fraunhofer.

Je disposais pour cette étude de deux spectroscopes : l'un à deux prismes, très lumineux; l'autre à réseau plan, beaucoup plus dispersif. Un objectif de 12^m de foyer, alimenté par un cœlostat, concentrait les rayons solaires sur un amplificateur négatif qui donnait des images de Mercure dont le diamètre pouvait atteindre 2^{mm}.

Le ciel est resté découvert pendant toute la durée du passage, mais les images étaient très ondulantes, surtout vers la fin du phénomène. Dans ces conditions, il était impossible de maintenir, avec certitude, le disque de la planète en contact avec la fente des spectroscopes; mais, en imprimant aux instruments un léger mouvement de balancement, on parvenait à observer le spectre du Soleil au bord de la planète lorsque ce bord passait sur la fente. Or l'examen optique des spectres m'a montré que les raies noires du spectre solaire ne paraissaient éprouver aucune modification dans le voisinage du bord de la planète. Je me suis attaché, en particulier, à examiner, avec le spectroscope à réseau, les bandes d'absorption de l'oxygène et de la vapeur d'eau. Ces raies, notamment les raies du groupe B, ne présentaient pas trace d'épaississement au bord de la planète.

Il n'a pas été possible de faire des photographies du spectre solaire avec le spectroscope à réseau, car il aurait été nécessaire de pouvoir maintenir le disque de Mercure en contact avec la fente pendant les quelques secondes de pose nécessaires pour impressionner la plaque. J'ai donc dû me borner à faire des photographies avec le spectroscope à deux prismes, en posant une fraction de seconde, au moment où la fente paraissait être tangente au disque de la planète. Un grand nombre de photographies ont été prises et quelques-unes d'entre elles paraissent bien donner le spectre du Soleil au bord même de la planète. Or ces photographies montrent, comme l'examen visuel, que les raies ne sont nullement modifiées dans le voisinage immédiat de la planète. L'atmosphère de Mercure ne produit donc pas, sur les rayons solaires, une absorption capable d'être constatée avec les moyens d'observation dont je disposais et dans les conditions atmosphériques du jour du passage. Pendant l'entrée de la planète sur le Soleil, la fente du spectroscope à deux prismes était orientée tangentiellement au bord du Soleil, au point de contact, et la fente avait été assez largement ouverte pour admettre le croissant lumineux qui aurait pu entourer la partie du disque de Mercure extérieure au Soleil. Mais ce croissant n'a pas été visible. A la sortie, les images étaient trop ondulantes pour tenter cette expérience.

En terminant, je tiens à remercier M. le Général Bassot et les astronomes de l'Observatoire de Nice de l'assistance si empressée qu'ils ont bien voulu me donner.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur le rapport entre l'activité solaire et les perturbations magnétiques*. Note (¹) de MM. **Cirera** et **Balcelli**, présentée par M. H. Deslandres.

Dans une Note précédente (6 mai 1907), tirée de l'étude des mois de janvier, février et mars, nous avons constaté que les perturbations magnétiques coïncident : 1° avec le passage par le méridien central d'une région active solaire; 2° avec l'apparition d'une région active dans le bord Est du Soleil; 3° avec un surcroît extraordinaire d'activité.

L'étude comparative pendant les six mois avril-septembre, de l'activité solaire, enregistrée par des photographies de la photosphère et de la chromosphère, et des perturbations magnétiques, données par les appareils pho-

(¹) Présentée dans la séance du 4 novembre 1907.

tographiques Mascart, nous conduit aussi aux trois mêmes conclusions. La troisième très intéressante n'a guère été utilisée; la raison en étant probablement la difficulté de se rendre compte des changements de l'activité solaire sans le secours des photographies de la chromosphère obtenues avec le spectrohéliographe.

Outre cela, nous croyons que la solution du problème des rapports entre l'activité solaire et le magnétisme gagnera beaucoup, si, à l'avenir, on tient aussi compte des remarques suivantes :

1° L'importance d'une perturbation magnétique, toutes choses égales d'ailleurs, dépend de la latitude du centre d'activité solaire;

2° Elle dépend aussi de la position de l'axe de rotation du Soleil par rapport à la Terre; parce qu'une même latitude héliocentrique occupera une place assez différente par rapport à la Terre suivant la position de l'axe solaire.

Donc l'importance de l'influence d'un centre d'activité solaire sur le magnétisme terrestre sera la résultante non seulement 1° de l'étendue de la région troublée, mais aussi 2° de son degré d'activité, et encore 3° de sa position par rapport à la Terre : la combinaison de ces trois éléments avec ses variations particulières donnera lieu à toutes sortes de perturbations depuis les plus fortes jusqu'au minimes.

Les faits observés pendant le semestre, avril-septembre, viennent en appui de cette conclusion.

On a enregistré pendant ce temps 20 perturbations assez importantes; 11 ont coïncidé avec le passage d'un groupe par le méridien dans la région privilégiée [1], 7 avec l'apparition d'un groupe au bord Est, et 2 avec un accroissement d'activité. Pendant la même période il y a eu encore 41 jours avec les courbes fort ondulées; et tous ces jours ont présenté des centres d'activité dans les conditions ci-dessus énoncées. On trouve aussi 51 courbes avec de légères oscillations, et dans tous ces cas des taches ou des flocculi indiquaient quelque activité solaire, la région étant quelquefois placée hors de la zone privilégiée. Enfin, 11 fois on remarque dans la courbe magnétique une échancrure, et l'on note aussi quelques signes d'activité dans le Soleil. Mais, si nous examinons les jours de calme parfait ou presque parfait, nous en trouverons 55, dont 54 coïncident avec une absence complète des taches et des gros flocculi dans la région privilégiée; un seul jour, le 23 septemhre, il y aurait exception.

---

[1] Nous entendons par *région privilégiée* celle qui est près du méridien central et qui embrasse une zone équatoriale s'étendant plus du côté du pôle solaire tourné vers la Terre.

Donc dans 178 cas de comparaison, toujours pour un Soleil libre de taches et des flocculi, la courbe magnétique a été normale; toujours aussi à des fortes perturbations magnétiques ont correspondu des troubles solaires.

Ces résultats semblent démontrer un rapport très accentué et manifeste entre l'activité solaire et le magnétisme terrestre; et certainement, dans les conditions où nous nous trouvons à l'Observatoire de l'Ebre, il semble possible de vérifier jour par jour les conditions énoncées de l'influence du Soleil sur le magnétisme terrestre.

Les études auxquelles se prêtent encore nos données sont certainement nombreuses et importantes. On pourrait étudier de près la proportionnalité entre les conditions de l'influence solaire et les perturbations magnétiques, ce qui n'est fait que d'une manière grossière dans cette Note; on pourrait aussi attaquer le problème de la vitesse avec laquelle les troubles solaires arrivent à la Terre. De même il serait désirable de tenir compte de la position de l'axe de la Terre par rapport au Soleil, et d'examiner sur ce point de vue le caractère des courbes magnétiques pour les deux hémisphères; et il faudrait encore rapporter ces études aux variations des courants telluriques et de l'électricité atmosphérique. Ce programme semble très utile pour serrer de plus près la solution du problème sur l'influence du Soleil sur la Terre.

Pour le moment il semble déjà ressortir de cette étude:

1° Qu'il y a très probablement un rapport de cause à effet entre l'activité solaire et les perturbations magnétiques, comme l'affirme l'opinion la plus généralement admise.

2° Que cette influence solaire s'exerce ordinairement dans deux directions, dont la première serait à peu près radiale et la seconde à peu près tangentielle; ce qui expliquerait les lois de Marchand et de Veeder.

3° Que parfois l'influence perturbatrice solaire se propage dans des directions qui forment un angle très ouvert avec la direction radiale, ce qui arriverait dans les grands surcroîts d'activité ou paroxysmes solaires.

ASTRONOMIE. — *Passage de Mercure sur le Soleil, à l'Observatoire de Besançon, le 13-14 novembre 1907*. Note de MM. **Bruck**, **Chofardet** et **Pernet**, présentée par M. Bigourdan.

L'entrée n'a pas pu être observée. Jusqu'à midi et demi le temps n'a permis de voir Mercure que d'une manière fugitive, sans possibilité de faire

aucune mesure. Le Soleil au méridien était absolument caché. Un peu avant 1^h, des éclaircies ont commencé à se produire qui nous ont permis de suivre le phénomène jusqu'à la fin. M. Brück était à l'équatorial droit de $0^m,21$, M. Chofardet à l'équatorial coudé de $0^m,33$ et M. Pernet à l'équatorial photographique Secrétan, objectif Viennet de $0^m,11$ d'ouverture. Les instruments sont restés constamment diaphragmés à $0^m,06$ sans réseau.

La planète a été rapportée aux bords du Soleil en ascension droite et distance polaire, le disque et les cornes ont été mesurés, enfin les deux contacts ont été évalués à la sortie.

Le disque de Mercure a paru circulaire et uniformément noir, sans trace d'auréole. Les cornes à la sortie paraissaient nettes, mais à ce moment les images étaient extrêmement agitées. La disparition a été subite et totale. L'équatorial coudé n'a montré aucun ligament, les deux autres instruments en ont eu avant le troisième contact. Mais M. Chofardet, après avoir constaté ce troisième contact, a vu réapparaître une ligne brillante derrière Mercure et le contact définitif à été noté 6 secondes après le premier. Ceci semble dû à la grande mobilité de l'image du Soleil.

A l'équatorial de $0^m,11$, pendant une éclaircie d'environ 2 minutes, M. Pernet aperçoit une ligne noire qui coupe le disque de Mercure en son milieu et se prolonge à trois diamètres de chaque côté. Ceci n'a plus été revu ensuite.

Heures des troisième et quatrième contacts en temps moyen de Besançon (longitude : $14^h36^m2^s$ Est de Paris).

	Troisième contact.	Quatrième contact.
	h m s	h m s
Brück	2.12.0	2.14.14
Chofardet	2.12.5	2.14.22
Pernet	2.12.3	2.14.26

Quatre photographies ont été obtenues par M. Chofardet à l'équatorial Secrétan pendant le phénomène.

OPTIQUE. — *Correction de l'astigmatisme des prismes biréfringents.* Note [1] de MM. C. **Tissot** et **Félix Pellin**, présentée par M. Lippmann.

Les prismes biréfringents présentent tous à divers degrés le fâcheux inconvénient de déformer les images.

Dans un nicol notamment, les rayons qui pénètrent sous les différentes incidences subissent des déviations latérales différentes. Ces déviations latérales ne demeurent pas d'ailleurs les mêmes pour des rayons également inclinés dans les divers azimuts, puisque les seuls rayons qui concourent à la formation des images sont les rayons extraordinaires, c'est-à-dire des rayons réfractés qui ne restent pas *en général* dans le plan d'incidence.

Il en résulte une *dissymétrie,* dont le calcul permet de se rendre compte, et qui se traduit par un astigmatisme facile à mettre en évidence.

Il suffit par exemple de recevoir, sur un nicol muni d'une lentille convergente, un faisceau homocentrique limité par un diaphragme circulaire étroit, pour faire apparaître deux focales réelles parfaitement distinctes, susceptibles d'être reçues sur un écran. L'astigmatisme apparaît encore plus nettement avec un microscope polarisant. En visant avec un système de microscopes, constitué par un objectif et un oculaire convergents, entre lesquels se trouve interposé un nicol, un micromètre divisé sur verre, on constate que la mise au point reste floue quel que soit le tirage.

Cette mise au point défectueuse ne demeure d'ailleurs pas la même selon l'orientation du nicol, de sorte que, même en se contentant d'une mise au point imparfaite, on est obligé de faire varier le tirage quand on fait tourner le prisme de 90°.

Mais il est toujours possible d'obtenir une image aussi nette que lorsqu'il n'y a pas interposition de nicol, en superposant à l'oculaire une lentille cylindrique de puissance convenable, orientée de manière que la section axiale coïncide avec le plan de symétrie du prisme.

C'est ainsi qu'une croix xy examinée à l'aide d'un objectif b, d'un nicol N, et d'un oculaire O, prend l'aspect a' des figures 1 et 2 selon l'orientation du prisme; la mise au point ne pouvant être effectuée que sur une seule des branches, on obtient soit l'image x', soit l'image y'.

La superposition de la lentille l à l'oculaire permet d'obtenir l'aspect

---

[1] Présentée dans la séance du 11 novembre 1907.

de la figure 3 où les branches sont vues nettement toutes deux quelle que soit l'orientation du nicol.

Avec les divers nicols que nous avons utilisés, la correction était parfaite

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Microscope : *b* objectif, OO′ oculaire.

a image observée; dans le cas des figures 1, 2, 3, l'image sera vue en plan pour montrer nettement les deux lignes focales.

Les figures 1 et 2 représentent les deux positions du nicol N; dans l'une ou l'autre, on a les lignes focales x', y' au point, pour l'une ou l'autre des positions du nicol, mais elles ne sont jamais au point en même temps.

La figure 3 représente le nicol tournant sur lui-même; en avant de l'oculaire, la lentille cylindrique l d'une dioptrie convenablement choisie. Les deux focales x', y' sont toujours au point quelle que soit la position du nicol.

en employant une lentille cylindrique convergente de 1,25 dioptrie. Cette correction très simple ne paraît pas avoir été signalée et nous avons pensé utile de la faire connaître, car elle apporte une amélioration notable aux conditions de vision dans tous les appareils où l'on fait usage d'un nicol associé à un oculaire.

ÉLECTRICITÉ. — *Propagation des courants téléphoniques sur les lignes souterraines.* Note de MM. **Henri Abraham** et **Devaux-Charbonnel**, présentée par M. J. Violle.

1. Nous nous sommes proposé d'examiner si la propagation des courants téléphoniques sur des lignes réelles pouvait être suffisamment bien représentée par les formules classiques.

Pour cela, nous avons opéré avec des courants alternatifs à 250 à 500 pé-

riodes par seconde, fréquences usuelles des sons de la voix humaine. Les voltages utilisés ont été de l'ordre du volt et au-dessous, afin de rester dans les limites de fonctionnement des générateurs téléphoniques. Les lignes d'expérience, du type des lignes du réseau souterrain de Paris, étaient en fil de cuivre de 1^{mm} de diamètre isolé au papier.

Dans une précédente Communication [1], nous avons indiqué les appareils et les dispositifs adoptés pour mesurer les forces électromotrices et les intensités, en amplitude et en phase. Ces mesures étaient faites au départ, à l'arrivée et en cours de route.

Nous donnons aujourd'hui les premiers résultats de cette étude.

2. Soient L, C, R la capacité, la self-induction et la résistance de la ligne par unité de longueur comptée le long du double fil.

A l'époque t, et à une distance x de l'origine, la différence de potentiel entre les deux fils E, et l'intensité du courant I, devraient satisfaire aux deux équations classiques de la télégraphie.

L'intégration de ces équations donne des résultats simples lorsqu'il s'agit d'un courant sinusoïdal se propageant sur une ligne infiniment longue dont la résistance est, en outre, suffisamment grande pour que, aux fréquences considérées, la self-induction de la ligne soit négligeable. On est bien dans ce cas avec les lignes souterraines du réseau de Paris pour lesquelles on a $L = 0,0004$ henry par kilomètre, $C = 0,040$ microfarad par kilomètre, et $R = 44$ ohms par kilomètre.

Moyennant ces hypothèses, l'intégration donne :

$$E = E_0 e^{-\alpha x} \cos(\omega t - \alpha x), \qquad ri = E_0 e^{-\alpha x} \cos\left(\omega t - \alpha x - \frac{3\pi}{4}\right).$$

Dans ces formules, l'impédance de la ligne, r, et la constante d'amortissement, α, ont les valeurs :

$$r = \sqrt{\frac{R}{\omega C}}, \qquad \alpha = \sqrt{\frac{\omega CR}{2}}.$$

Une conséquence très précise de ces formules consiste en ce que, *au départ, la différence de potentiel et l'intensité du courant doivent présenter un écart de phase de $\frac{3\pi}{4}$, quelles que soient les constantes de la ligne et la fréquence du courant.*

3. Voici, tout d'abord, quelques mesures faites sur une boîte de résistance de $100\,000^{ohms}$. Le bobinage y est fait en fil doublé, ce qui réalise assez bien le cas d'une ligne homogène sans self-induction, avec répartition uniforme de la capacité et de la

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1209.

résistance. Les bobines, essayées avec des courants à 500 périodes, ont donné :

Résistance en courant continu.	Impédance à 500 périodes.	Différence de phase entre le courant et la force électromotrice.
ohms	ohms	
10000	9900	$\tan\varphi = 0,17$
20000	15100	$\tan\varphi = 0,64$
50000	14600	$\tan\varphi = 1,00$

Dans la dernière bobine, l'effet de capacité est devenu tout à fait prépondérant, elle se comporte comme une ligne téléphonique infinie ([1]). *Si l'on coupait le fil en son milieu, le courant continuerait à traverser la bobine avec la même intensité, et il présenterait encore avec la différence de potentiel à l'entrée la même différence de phase* $\frac{3\pi}{4}$

4. Réalisation de la ligne infinie. Intensité au départ. — Lorsqu'on envoie des courants à 500 périodes sur une ligne du type étudié, longue d'une soixantaine de kilomètres, le régime au départ est pratiquement le même que pour une ligne infinie : le courant au départ ne varie guère que de 1 pour 100 quand on ferme le circuit à l'arrivée.

On peut réaliser encore mieux la ligne infinie, même si l'on ne dispose que d'une ligne réelle plus courte, en fermant la ligne à l'arrivée, sur une capacité et une résistance choisies de manière à être équivalentes à la ligne elle-même ainsi complétée.

Notre ligne d'expérience avait $58^{km},3$. Pour la fréquence de 500 périodes par seconde, la ligne infinie a été trouvée équivalente à une résistance $\rho = 420$ ohms en série avec une capacité $\gamma = 0,77$ microfarad.

La différence de phase entre la force électromotrice et le courant au départ, déterminée expérimentalement, donnait $\tan\varphi = 0,91$. Cette valeur concorde bien avec celle du produit $\omega\gamma\rho = 0,94$ calculée à l'aide des constantes de la ligne artificielle équivalente. L'angle φ correspondant est $\varphi = -137°$, et ce nombre ne diffère pas sensiblement de la valeur théorique $\varphi = -\frac{3\pi}{4} = -135°$.

([1]) Dans les boîtes de résistance ordinaires, les bobines de 5000 ohms à 500 ohms produisent encore des différences de phases appréciables, de l'ordre de $\tan\varphi = 0,02$ à 500 périodes. Mais les bobines à enroulement spécial pour courants alternatifs, que les constructeurs fabriquent couramment, ne produisent que des différences de phases très faibles ($\tan\varphi < 0,0005$).

Pour l'impédance de la ligne, l'expérience donne

$$r = \frac{\sqrt{1 + \omega^2\gamma^2\rho^2}}{\omega\gamma} = 607^{\text{ohms}}.$$

La valeur théorique se déduit des valeurs mesurées pour les constantes statiques de la ligne $R = 44^{\text{ohms}}$ et $C = 0{,}040$ microfarad par kilomètre. On trouve ainsi : $r = \sqrt{\frac{R}{\omega C}} = 603^{\text{ohms}}$.

L'accord est, ici encore, tout à fait satisfaisant.

Influence de la fréquence. — La même ligne de $58^{\text{km}},3$ a pu aussi être étudiée avec des courants à 250 périodes; mais l'isolement de la ligne était devenu imparfait et les mesures ont été plus incertaines. L'impédance de la ligne valait $r = 814^{\text{ohms}}$ au lieu de la valeur théorique $r = \sqrt{\frac{R}{\omega C}} = 849^{\text{ohms}}$. La différence de phase entre la force électromotrice et le courant au départ a été trouvée conforme à la théorie, $\varphi = -134^{\circ}$ au lieu de

$$\varphi = -\frac{3\pi}{4} = -135^{\circ}.$$

PHYSIQUE. — *Sur la biréfringence magnétique des liquides organiques.* Note de MM. **A. Cotton**, **H. Mouton** et **P. Weiss**, présentée par M. J. Violle.

Nous avons étudié, avec le gros électro-aimant de l'Institut de Physique du Polytechnicum de Zurich ([1]), la biréfringence magnétique, signalée antérieurement ([2]), de liquides organiques non colloïdaux. Avec cet instrument qui s'est montré particulièrement précieux pour cette étude, nous avons obtenu les résultats suivants :

1° La biréfringence de la nitrobenzine, mesurée dans des champs uniformes, obéit à la loi de proportionnalité au carré du champ, même quand celui-ci dépasse 31 000 unités. C'est là une nouvelle preuve de la distinction à établir entre ce phénomène et celui qu'on observe avec certains colloïdes : une étude tout à fait pareille faite sur échantillon d'hydroxyde ferrique

([1]) *Journal de Physique,* mai 1907, p. 353-368.
([2]) *Comptes rendus,* 22 juillet 1907, p. 229.

avait montré, en effet, que cette loi simple n'est alors plus applicable dans les champs élevés.

2° En réalisant un champ non uniforme, mais très étendu dans une direction normale aux lignes de force, grâce à l'emploi de pièces polaires appropriées, nous avons pu observer les liquides transparents dont il s'agit sous une plus grande épaisseur, le champ restant encore plus intense dans la partie centrale que dans nos expériences antérieures. Dans ces conditions, le phénomène de la biréfringence magnétique devient extrêmement net : avec la nitrobenzine, par exemple, l'angle mesurant la biréfringence dépassait 6° et se trouvait ainsi plus de dix fois supérieur aux angles précédemment mesurés. Il est facile de constater directement la biréfringence avec une source lumineuse quelconque, en plaçant la cuve entre deux nicols croisés à 45° des lignes de force et lançant le courant dans l'électro-aimant.

En remplaçant dans la cuve, remise ensuite exactement à la même place, la nitrobenzine par quelques-uns des liquides actifs étudiés auparavant, nous avons mesuré le rapport de leur biréfringence à celle de la nitrobenzine. Parmi les nombres obtenus, qui devront être corrigés de l'influence de la température, nous en citerons seulement deux : la biréfringence de la *benzine*, dont nous avons étudié divers échantillons purs de préparations et d'origines différentes, est presque le quart (0,24) de celle de la nitrobenzine. Le *sulfure de carbone* présente toujours la même biréfringence *négative* (rapport à la nitrobenzine −0,19). En faisant varier le courant magnétisant, nous avons (toujours par comparaison avec la nitrobenzine) constaté que la biréfringence de ces liquides peu actifs obéit, elle aussi, à la loi parabolique.

Le fait que le sulfure de carbone est actif, et que son activité n'est certainement pas due à une impureté accidentelle, suffit à montrer que la biréfringence magnétique n'appartient pas exclusivement aux liquides de la série aromatique, bien que ces composés se distinguent d'une façon tout à fait nette à ce point de vue. Nous avons examiné à nouveau, dans ces conditions meilleures, des liquides (tels que l'eau par exemple) qui s'étaient montrés inactifs et quelques liquides minéraux non examinés encore : aucun d'eux n'a montré trace de biréfringence [1].

Il est permis d'espérer que, lorsque cette étude sera plus avancée, la

[1] Nous avons observé une très faible biréfringence positive avec l'*acétylacétone*; mais nous ne pouvons affirmer encore qu'elle n'est pas due à une impureté accidentelle.

recherche de la biréfringence magnétique pourra rendre des services aux chimistes.

ACOUSTIQUE. — *Sur la multiplicité des sons émis par les diapasons.* Note de MM. **G. Sizes** et **G. Massol**, présentée par M. J. Violle.

Il y a vingt-cinq ans déjà (1), M. Camille Saint-Saëns, étudiant par la voie de l'audition simple le son rendu par certaines cloches, remarquait que celui-ci contenait des sons partiels incomparablement plus graves que le son fondamental de ces cloches. Nous nous proposons de montrer que la remarque faite par l'illustre musicien est susceptible de généralisation.

Au cours de recherches sur les harmoniques émis par les cloches, nous avons été amenés à étudier les diapasons, pensant que ceux-ci nous donneraient un plus petit nombre de sons et des rapports moins complexes.

Nous n'avons voulu étudier ni l'influence de la longueur des branches, ni celle de leur épaisseur, ce qui a été fait par M. Mercadier (2); nous n'avons pas non plus cherché à obtenir la série des harmoniques qui prennent naissance lorsqu'on attaque successivement le diapason en des points différents du sommet à la base. Nous avons abordé le problème à un tout autre point de vue.

Étant donné un diapason grave, nous avons recherché quels sont les sons qu'il peut émettre lorsqu'on le fait vibrer avec un archet, en l'attaquant de toutes façons. Nous nous sommes surtout attachés à produire simultanément plusieurs sons afin d'en déterminer les intervalles ou les rapports.

La méthode que nous avons employée peut s'appliquer à l'étude d'un corps vibrant *affecté en même temps d'un mouvement d'ensemble à peu près quelconque*. Elle consiste à fixer au moyen d'un peu de cire molle, en un ventre de vibration du corps sonore, l'extrémité d'une longue et mince spirale allongée d'aluminium dont l'autre extrémité, guidée par un anneau, inscrit ses vibrations sur un cylindre couvert de noir de fumée et tournant avec des vitesses connues.

Il est évident que plus l'amplitude du mouvement d'ensemble du corps vibrant (cloche lancée à toute volée, etc.) est considérable, plus la longueur de la spirale doit être grande (5^m à 6^m par exemple).

---

(1) Article paru en 1890 dans le Volume *Harmonie et Mélodie*, p. 141.

(2) Mercadier, *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 1001 et 1069.

Les tracés sont ensuite étudiés à la loupe ou au microscope sur la machine à diviser.

Harmoniques graves. — Savart a signalé pour les verges longues et minces l'émission de sons graves *ayant comme caractères particuliers d'être rauques, de ne sortir que par instants comme par explosion.* Il ajoute : « Lorsque la verge donne le son fondamental, le son grave est à l'octave inférieure; si elle donne le premier harmonique, le son transversal est à l'unisson du son fondamental; enfin, si c'est le deuxième harmonique, le son grave est à la quinte aiguë du son longitudinal fondamental. »

L'échelle de vibrations que nous avons observée est beaucoup plus considérable que celle de Savart; elle atteint plusieurs octaves au-dessous du son fondamental et comprend un assez grand nombre d'harmoniques intermédiaires.

Voici les résultats obtenus avec un diapason $ut_0 = 32^{\text{v.d.}}$:

Vibrations inscrites.....	2	4	$4\frac{2}{3}$	$5\frac{1}{3}$	7	8	$10\frac{2}{3}$	16	24	28	32
Classification des sons...	ut_{-4}	ut_{-3}	$\underline{mi}^{\flat}_{-3}$	fa_{-3}	$\underline{si}^{\flat}_{-3}$	ut_{-2}	fa_{-2}	ut_{-1}	sol_{-1}	$\underline{si}^{\flat}_{-1}$	ut_0
Rapports à l'harmonique prédominant ut_0......	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{7}{48}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1

Nota. — Le *trait* sous un nom de note signifie que ce son est *en fonction de septième harmonique,* c'est-à-dire *affecté de l'altération résolutive descendante* propre à ce son, dans les rapports musicaux $\frac{7}{4}$, $\frac{7}{5}$ ou $\frac{7}{6}$.

Harmoniques supérieurs. — On a signalé pour les diapasons une série de sons supérieurs et l'on admet qu'ils suivent la loi de Chladni pour les verges fixées à un bout et libres à l'autre; c'est-à-dire que le nombre de vibrations des sons émis suit la loi du carré des nombres impairs. Suite de Chladni :

Nombres au carré........	$(1,2)^2$	$(3)^2$	5^2	7^2	9^2	11^2
Rapports approchés......	1	$6\frac{1}{4}$	$17\frac{1}{2}$	$34\frac{1}{4}$	$56\frac{1}{2}$	84
Nombres de vibrations....	32	200	560	1096	1808	2688
Classification des sons....	ut_0	$sol^{\sharp}_2$	$\underline{ré}_4$	$\underline{ré}_5-$	$si^{\flat}_5+$	fa_6-

Tyndall et M. Violle [1] ne trouvent pas exactement les mêmes résultats. Nos expériences nous ont fourni des sons beaucoup plus nombreux que ne le faisait prévoir la théorie ci-dessus et leur classement nous a donné des

(1) Voir son *Traité d'Acoustique*.

séries plus complètes, voire même plus exactes au point de vue musical. Exemple, même diapason ut_0 :

Vibrations inscrites.....	32	$42\frac{2}{3}$	48	64	96	100	128	140	200	224	240	256
Classification des sons...	ut_0	fa_0	sol_0	ut_1	sol_1	$sol_1^{\sharp}$	ut_2	$\underline{ré}_2$	$sol_2^{\sharp}$	$\underline{si}_2^{\flat}$	si_2	ut_3
Rapports à l'harmonique prédominant ut_0......	1	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{3}{1}$	$\frac{25}{8}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{35}{8}$	$\frac{25}{4}$	$\frac{7}{1}$	$\frac{15}{2}$	$\frac{8}{1}$

Vibrations inscrites.....	$266\frac{2}{3}$	280	400	533	600	800	960	1024	1066	1120	2240
Classification des sons...	$ut_3^{\sharp}$	$\underline{ré}_3$	$sol_3^{\sharp}$	$ut_4^{\sharp}$	$ré_4^{\sharp}$	$sol_4^{\sharp}$	si_4	ut_5	$ut_5^{\sharp}$	$\underline{ré}_5$	$\underline{ré}_6$
Rapports à l'harmonique prédominant ut_0......	$\frac{25}{3}$	$\frac{35}{4}$	$\frac{25}{2}$	$\frac{50}{3}$	$\frac{75}{4}$	$\frac{25}{1}$	$\frac{30}{1}$	$\frac{32}{1}$	$\frac{100}{3}$	$\frac{35}{1}$	$\frac{70}{1}$

PHYSIQUE. — *Action des rayons Röntgen sur les corindons.* Note de M. F. **Bordas**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons montré dans nos précédentes Notes que le bromure de radium à haute activité agissait sur les corindons soit en modifiant totalement les couleurs primitives de ces pierres précieuses, soit en les avivant, en les exaltant suivant la façon dont l'expérience était conduite ([1]).

Nous avons fait voir que ce phénomène ne pouvait être attribué à une action chimique, à une oxydation de métaux inclus dans la pierre, puisque cette modification se produisait aussi rapidement dans l'azote liquide ([2]); nous avons alors entrepris de rechercher quels pouvaient être, parmi les rayons émis par le bromure de radium, ceux qui sont susceptibles d'amener ces transformations de couleurs.

Le bromure de radium étant enfermé dans des tubes en verre scellés, nous avons éliminé l'action produite par les rayons α, rayons qui sont, comme on le sait, les moins pénétrants des rayons émis par le radium.

Il ne nous restait donc plus qu'à envisager l'action des rayons β et γ.

Étant données les difficultés que nous aurions éprouvées du fait de la faible quantité de bromure de radium que nous possédons, nous avons commencé nos recherches en soumettant des corindons au bombardement par les rayons Röntgen, c'est-à-dire par des rayons analogues aux rayons γ émanant du radium.

L'expérience consiste donc à maintenir un corindon incolore, par exemple, le plus près possible d'une ampoule de Crookes. On y arrive très facilement

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXLV, 28 octobre 1907.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXLV, 11 novembre 1907.

en suspendant la pierre au bout d'un fil de platine plusieurs fois enroulé sur lui-même.

En faisant fonctionner l'appareil par intermittences de 20 minutes environ, pour éviter un trop grand échauffement, on s'aperçoit qu'au bout de 40 minutes le corindon incolore jaunit sensiblement et, en quelques heures, il a pris la teinte jaune topaze.

Si nous admettons que les rayons cathodiques, en frappant l'anticathode, se transforment intégralement en rayons X et qu'aucun rayon cathodique n'émerge de l'ampoule, cette expérience prouve que les rayons Röntgen provoquent des changements dans la coloration des corindons, analogues à ceux produits par les rayons γ du radium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Présence de l'aldéhyde paraméthoxycinnamique dans l'essence d'estragon et sur quelques dérivés de l'estragol.* Note de M. **Maurice Daufresne**, présentée par M. Haller.

I. L'essence d'estragon privée par distillation de ses parties légères (terpènes) et de l'estragol, fournit, après des fractionnements répétés sous pression réduite, une huile jaune, bouillant à 171° sous 15^{mm}, $D_0 = 1,137$ et qui présente les caractères suivants :

1° Combinaison instantanée au bisulfite de soude;
2° Recoloration immédiate du bisulfite de rosaniline;
3° Fixation abondante de brome à froid;
4° Formation d'acide anisique (fondant à 184°) par oxydation permanganique en liqueur acide ;
5° Transformation en acide *p.*-méthoxycinnamique [fondant à 170° (1)] par l'oxyde d'argent en milieu alcalin;
6° Oxime fondant à 154°; semicarbazone, à 222°;
7° Formule brute : $C^{10}H^{10}O^2$ donnée par l'analyse élémentaire.

Tous ces résultats indiquent nettement que le produit isolé est l'aldéhyde paraméthoxycinnamique $= O.CH^3 - C^6H^4 - CH = CH - CHO$.

Or ce corps a été préparé synthétiquement par MM. Scholtz et Wiedemann (2) qui ont donné comme température d'ébullition : 173°-176° sous 14^{mm} et 199° comme point de fusion de la semicarbazone. Ces petites divergences entre le produit préparé par MM. Scholtz et Wiedemann et le mien, m'ont obligé à reprendre leurs expériences.

---

(1) Reychler, *Bull. Soc. chim.*, t. XVII, p. 511.
(2) Scholtz et Wiedemann, *D. ch. G.*, t. XXXVI, 1903, p. 853.

Par condensation de l'aldéhyde anisique et de l'acétaldéhyde en présence de soude caustique, j'ai obtenu, avec de mauvais rendements, l'aldéhyde *p*.-méthoxycinnamique synthétique, dont j'ai pu identifier complètement les constantes et les dérivés avec ceux de l'aldéhyde naturelle contenue dans l'essence d'estragon.

La teneur des différentes essences commerciales en aldéhyde paraméthoxycinnamique est assez variable; j'ai trouvé 4,5 pour 100 dans une essence de provenance ancienne, et de 0,5 à 0,6 pour 100 dans diverses essences récentes.

II. *Iodhydrine dérivée de l'estragol.* — 1° La fixation d'une molécule d'acide hypoiodeux sur l'estragol, en présence d'éther privé d'alcool et saturé d'eau, conduit à la monoiodhydrine du paraméthoxyphénylpropanediol : $O.CH^3 - C^6H^4 - CH^2 - CH.OH - CH^2.I$, dont la constitution sera établie par ailleurs.

La potasse sèche en poudre transforme, comme on sait [1], cette iodhydrine en oxyde d'éthylène : $O.CH^3 - C^6H^4 - CH^2 - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH^2}$ (bouillant à 138° sous 12^{mm}; $D_0 = 1,105$) fixant l'acide iodhydrique avec fort dégagement de chaleur pour reproduire une iodhydrine dont l'étude est poursuivie. Ainsi que l'ont observé MM. Fourneau et Tiffeneau, la distillation à la pression ordinaire transforme partiellement l'oxyde d'estragol en aldéhyde paraméthoxyhydrocinnamique

$$O.CH^3 - C^6H^4 - CH^2 - CH^2 - CHO$$

(semicarbazone fond à 184°); je suis parvenu à identifier complètement cette aldéhyde en l'oxydant par Ag^2O alcalin en acide paraméthoxyhydrocinnamique fusible à 101°.

La potasse aqueuse à 15 pour 100 donne le glycol correspondant à l'estragol, ou paraméthoxyphénylpropanediol : $O.CH^3 - C^6H^4 - CH^2 - CH.OH - CH^2.OH$ qui distille à 200°-205° sous 20^{mm} et fond à 52°.

A froid, en présence d'une solution benzénique de diméthylamine, l'iodhydrine de l'estragol donne un amino-alcool

$$O.CH^3 - C^6H^4 - CH^2 - CH.OH - CH^2 - N = (CH^3)^2$$

(ébullition 166°-167° sous 12^{mm}; $D_0 = 1,038$) dont le chlorhydrate du dérivé benzoylé fond à 98°.

Avec la diéthylamine, on obtient une base

$$O.CH^3 - C^6H^4 - CH^2 - CH.OH - CH^2 - N = (C^2H^5)^2$$

---

(1) FOURNEAU et TIFFENEAU, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1595; t. CXLI, p. 662.

(ébullition : 187°-189° sous 15mm; 308°-310° sous 755mm; $D_0 = 0,946$) ne donnant pas de dérivé benzoylé cristallisé.

III. *Méthyliodhydrine dérivée de l'estragol.* — Sous l'action de l'iode et de l'oxyde mercurique, l'estragol, en solution dans l'alcool méthylique absolu, fixe $I - O.CH^3$, en donnant la méthyliodhydrine suivante : $O.CH^3 - C^6H^4 - CH^2 - CH(O.CH^3) - CH^2I$, qui distille avec décomposition partielle à 178°-180° sous 14mm, D_0 (du produit brut) $= 1,459$.

Cette méthyliodhydrine, traitée par la potasse caustique à l'ébullition, perd 1mol d'acide iodhydrique pour donner un composé bouillant à 144°-145° sous 15mm et 262°-264° (corr.), sous 760mm; $D_0 = 1,073$. C'est l'éther méthylique d'un alcool vinylique : $O.CH^3 - C^6H^4 - CH^2 - C(O.CH^3) = CH^2$; en effet il est hydrolysé par l'acide sulfurique au $\frac{1}{5}$ en anisylacétone : $O.CH^3 - C^6H^4 - CH^2 - CO - CH^3$ (oxime fond à 74°). Cette réaction établit d'une façon certaine la constitution de la méthyliodhydrine dérivée de l'estragol.

La potasse sèche et la potasse aqueuse (en tube scellé à 150°) sont sans action.

L'azotate d'argent en solution saturée donne un éther nitrique qui se décompose à la distillation dans le vide, perd les éléments de l'acide nitrique en donnant de l'anisylacétone :

$$O.CH^3 - C^6H^4 - CH^2 - CH(O.CH^3) - CH^2.I \rightarrow O.CH^3 - C^6H^4 - CH^2 - CO - CH^3.$$

La méthyliodhydrine ne donne pas avec le magnésium de composé organo-magnésien, mais cette réaction conduit à une régénération inattendue de l'estragol.

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction artificielle de la barytine, de la célestine, de l'anglésite et sur les mélanges isomorphes de ces substances.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

Th.-H. Behrens a utilisé, comme réaction microchimique, la propriété que possèdent les sulfates de baryte et de strontiane de se dissoudre à chaud, en petite quantité, dans l'acide sulfurique. Les cristaux obtenus par refroidissement de la solution sont très petits (0mm,005 à 0mm,012), mais auraient, d'après lui, des formes distinctes et des dimensions caractéristiques. Cette réaction, employée suivant le procédé de Behrens, ne fournissant pas de résultats satisfaisants, je me suis proposé d'en faire une étude approfondie.

Si au lieu de laisser refroidir la solution sulfurique des sulfates, on évapore celle-ci à sec, en la maintenant à la température d'ébullition [1] ou

---

[1] La solubilité des sulfates est ainsi considérablement augmentée.

un peu au-dessous, on obtient des cristaux de sulfate de baryte et de sulfate de strontiane, pouvant atteindre dans le premier corps $2^{mm},5$ suivant l'axe b et $1^{mm},5$ suivant l'axe c, avec 100^{g} d'acide sulfurique saturé par cette substance [1].

Barytine. — Les cristaux produits par évaporation rapide ne présentent que les formes a^2 (102) et e^1 (011); ils sont généralement allongés suivant l'arête $a^2 a^2$ et parfois forment des groupements à axes parallèles avec a^2 pour face d'association. Mais, quand l'évaporation est plus lente [2], la face h^1(100) apparaît et est plus ou moins développée suivant la rapidité de formation du cristal, a^4(104) se montre dans les cristaux produits lentement.

Célestine. — Dans le cas où l'évaporation est rapide, les formes obtenues sont les mêmes que pour le sulfate de baryte et les cristaux sont aussi légèrement allongés suivant l'axe horizontal b, mais dans les cristallisations plus lentes h^1 apparaît et alors les cristaux se distinguent de ceux de barytine par l'égal allongement suivant les axes b et c et par le faible développement des faces a^2; en outre a^4 et x(122) se produisent quand la cristallisation est lente.

Anglésite. — L'application de cette méthode au sulfate de plomb ne donne que de tout petits cristaux; ils présentent les mêmes formes que ceux de barytine et de célestine, à l'exception de a^4 et de x.

Anhydrite. — On obtient de la même manière le sulfate de chaux anhydre. Les cristaux allongés suivant l'axe b ne m'ont pas fourni des spécimens assez gros pour être mesurés.

Mélanges isomorphes des trois premiers sulfates. — Le procédé de préparation des sulfates cristallisés est avantageux pour la formation de cristaux mixtes. Évidemment ces derniers, à cause de leurs faibles dimensions, ne sont pas favorables à l'étude de l'isomorphisme, mais ils n'en sont pas moins intéressants, si l'on considère que les sulfates de baryte et de strontiane sont, en général, isolés dans la nature, sauf dans la baryto-célestite, minéral relativement rare et mal défini.

Les cristaux obtenus en évaporant à sec une solution contenant un mélange des deux sulfates n'ont pas la même composition que ce dernier et ceux qui ont été fournis en dernier lieu peuvent être, suivant les cas, non un mélange, mais l'un ou l'autre de

---

(1) Les cristaux artificiels de barytine et de célestine, ainsi produits, sont plus gros que ceux obtenus par les méthodes employées jusqu'ici par divers expérimentateurs, et il semble que si, au lieu d'employer 100^{g} d'acide sulfurique, quantité maximum utilisée dans mes expériences, on opérait sur une quantité plus considérable de ce solvant, on pourrait avoir des cristaux encore plus grands.

ces sulfates purs. L'ellipsoïde optique des deux sulfates possède la même orientation, mais l'écartement des axes optiques est bien plus grand ($2V = 51°12'$) dans le sulfate de strontiane que dans celui de baryte ($2V = 37°28'$). Cette propriété permet mieux que la mesure des angles dièdres de suivre la variation de composition des cristaux; on peut utiliser la face h^1, perpendiculaire à la bissectrice aiguë positive, ou à son défaut la face a^2, oblique sur l'un des axes optiques.

Les sulfates de baryte et de strontiane forment aussi avec le sulfate de plomb des cristaux mixtes, généralement troubles; on ne peut pas démontrer ce fait par des mesures goniométriques, car ceux-ci sont petits, mais la valeur de l'angle des axes optiques au travers de a^2 fournit à cet égard des données positives.

Quand on fait évaporer une solution contenant un des trois sels précédents et du sulfate de chaux, chacun cristallise séparément et les propriétés optiques de ces sulfates ne sont pas modifiées. Par conséquent, comme on devait s'y attendre, le sulfate de chaux n'est pas isomorphe avec les sulfates précédents (1).

Il résulte de ce travail que les sulfates de baryte et de strontiane, cristallisant en solution sulfurique, donnent des formes semblables à celles connues dans la barytine et la célestine naturelles; celles-ci sont identiques pour les divers sulfates qui syncristallisent; les différences de forme qu'on peut constater parfois entre eux, dans des opérations différentes, sont dues à d'inégales vitesses de cristallisation. Le procédé microchimique de Behrens est donc insuffisant pour distinguer la baryte de la strontiane, si l'on se contente d'étudier les caractères morphologiques des cristaux. Mais si l'on modifie la technique en évaporant à la température d'ébullition, ou un peu au-dessous de cette dernière, une solution des sulfates en question dans l'acide sulfurique, on peut obtenir des cristaux assez gros, pour permettre l'évaluation de la valeur de l'angle des axes optiques, et celle-ci est caractéristique de chacun de ces sulfates ou de leur mélange.

---

(1) Cependant les formes de ceux-ci sont modifiées par la présence du sulfate de chaux dans la solution sulfurique. Les cristaux du sulfate de plomb, en particulier, sont alors très aplatis suivant h^1 et très allongés suivant l'axe b; or j'ai montré que lorsque les formes dominantes d'un cristal sont modifiées par la présence d'une substance étrangère ajoutée à l'eau mère, il y a cristallisation régulière de celle-ci avec le cristal, d'une manière différente suivant les diverses sortes de faces; il est donc très probable que le sulfate de chaux est absorbé ainsi, par les cristaux en voie d'accroissement des autres sulfates, mais en quantité trop faible pour modifier leurs propriétés optiques.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la concentration des solutions sucrées sur le développement des piquants chez l'*Ulex europæus. Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Un des faits les plus frappants du domaine de la morphologie expérimentale est celui qui a été mis en évidence chez les plantes à piquants : M. Lothelier (¹) a montré qu'il est possible de supprimer ces organes et de les remplacer par des feuilles ou des tiges ordinaires, en faisant végéter les plantes dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau.

J'ai établi d'autre part (²) que les modifications provoquées dans la forme extérieure et la structure des végétaux supérieurs par divers facteurs, tels que la lumière et l'état hygrométrique, agissant avec des intensités variables, pouvaient être réalisées en cultivant les plantes sur des solutions plus ou moins riches en substances sucrées; c'est ainsi que le tissu palissadique est d'autant plus accentué que la lumière est plus intense, qu'il est fourni moins d'eau à la plante ou que celle-ci se trouve sur un substratum plus riche en glucose.

Il était à penser que le développement des piquants devait être également influencé par la quantité de glucose fournie directement aux végétaux, les conditions de lumière et d'état hygrométrique restant d'ailleurs constantes. J'ai, à cet effet, effectué une série de cultures pures d'*Ulex europæus*, à l'intérieur de flacons où l'air demeurait saturé; des graines stérilisées étaient mises à germer sur de l'ouate humide et les plantules transportées sur des milieux gélosés contenant, outre des sels minéraux, des quantités de glucose variant de 0 à 15 pour 100.

A cette dernière dose le développement de la plantule est arrêté, sans que celle-ci cesse, pendant plusieurs mois, de rester vivante; elle retourne, en présence d'une telle concentration, à l'état de vie ralentie qu'elle possédait dans la graine; pour les autres teneurs en glucose les aspects offerts par les jeunes plantes sont très gradués et je me contenterai de décrire ici rapidement ceux qui correspondent à des plantes âgées de 4 mois et développées

(¹) Lothelier, *Recherches sur les plantes à piquants* (*Rev. gén. Bot.*, t. V, 1893).

(²) Molliard, *Action morphogénique de quelques substances organiques sur les végétaux supérieurs* (*Rev. gén. Bot.*, t. XIX, 1907).

soit sur une solution exclusivement minérale, soit sur des milieux contenant 5 pour 100 et 10 pour 100 de glucose.

Sur milieu minéral la tige n'atteint guère que 5^{cm} de long; elle porte, en outre des deux cotylédons, un certain nombre de feuilles trifoliolées, puis des feuilles simples, largement lancéolées; à l'aisselle de ces dernières on observe des rameaux à pointe très peu accentuée et dont la longueur n'atteint pas la moitié de celle des feuilles correspondantes; ils sont munis à leur tour de deux petites feuilles encore lancéolées et nettement aplaties.

Les échantillons auxquels on a fourni un milieu contenant 5 pour 100 de glucose sont beaucoup plus verts que les précédents; leur tige mesure environ 14^{cm}; les feuilles unifoliolées sont encore lancéolées, mais beaucoup plus étroites; les rameaux de second ordre sont nettement piquants et aussi longs que les feuilles dans la partie inférieure de la tige principale; ils les dépassent même dans le haut; ils portent deux ou trois feuilles qui cessent d'être aplaties, présentent une pointe piquante, et à l'aisselle de ces dernières apparaissent des rameaux de troisième ordre également piquants.

Sur les solutions à 10 pour 100 de glucose, la teinte verte augmente encore d'intensité, mais la longueur de la tige, qui est passée par un maximum dans le milieu précédent, n'est plus que de 9^{cm}, ce qui est dû surtout à un raccourcissement des entrenœuds; les feuilles unifoliolées sont encore plus étroites et leur aspect linéaire les rend difficiles à distinguer des rameaux de second ordre; dès le bas de la tige, ces derniers sont plus longs que les feuilles à l'aisselle desquelles ils se constituent.

On voit donc s'accentuer la formation des piquants au fur et à mesure que la quantité de glucose augmente; mais il y a lieu de remarquer que sur le milieu purement minéral les plantes, bien que se développant en atmosphère saturée de vapeur d'eau, n'ont pas transformé complètement leurs piquants en feuilles et rameaux ordinaires; je me suis assuré, par des expériences conduites comme celles de M. Lothelier, que cela tient à ce que nous avons considéré dans nos cultures les premiers stades de développement du végétal; dans cette période de son évolution, qui coïncide peut-être exactement avec celle de l'utilisation des réserves contenues dans la graine, la plante est incapable de subir une transformation aussi complète que celle que présentent les rameaux qui se constituent ultérieurement. Cette différence quantitative mise à part, nos recherches montrent que le glucose agit sur les piquants des plantes cultivées dans de l'air humide à la manière de la sécheresse ou d'une lumière intense; l'action de ces deux derniers facteurs se trouve donc, ici encore, ramenée à celle d'une grande concentration cellulaire.

BOTANIQUE. — *Anomalies florales dues à des actions mécaniques.* Note de M. **Ducamp**, présentée par M. Gaston Bonnier.

C'est assez souvent que l'on observe des exemples de phyllodie chez le Trèfle blanc (*Trifolium repens* L.). Cramer, Celakowsky, Frank, Clos citent cette espèce comme produisant facilement la virescence du pistil et des ovules. Mais jusqu'ici la cause déterminant cette virescence n'a pu être mise en lumière d'une façon évidente. Dans sa Flore de Normandie, en citant la var. *phyllanthum* de De Candolle, Corbière nous dit qu'on la rencontre çà et là dans les endroits humides. L'observation que je vais relater échappe pour moi aux conditions d'humidité.

Voici deux ans que je trouve de nombreux pieds de Trèfle blanc portant des inflorescences avec tous les intermédiaires dans les diverses parties de la fleur : sépales à bords dentés épaissis rappelant les folioles de la feuille, pétales foliacés, pétales avortés, étamines foliacées, étamines avortées, carpelle remplacé par une foliole avec deux lobes ovulaires, carpelle remplacé par une foliole unique pétiolée, carpelle remplacé par une foliole pétiolée avec deux lobes c urts à la naissance du limbe, carpelle remplacé par une feuille trifoliolée.

Parmi les nombreux exemplaires examinés ces différents intermédiaires se trouvaient tantôt chez l'un, tantôt chez l'autre. Cette observation a été faite au champ de manœuvres d'Avesnes (cote 183, carte d'État-major et carte géologique). Le 6 août dernier, j'ai compté sur 1000 hampes florales, 787 inflorescences anormales. Au 15 septembre suivant, il n'y avait plus que deux cas tératologiques sur 100 inflorescences poussées récemment : cette distinction était facile à faire, car les premières étaient séchées.

Ces anomalies florales semblent bien résulter d'actions mécaniques légères et répétées. Ce lieu d'expériences est une prairie donnée depuis quelques années seulement au Génie militaire par la ville d'Avesnes; elle est très herbeuse; elle repose sur un peu de limon recouvrant le calcaire carbonifère et ne peut retenir beaucoup d'eau à cause de la pente assez rapide du terrain. L'herbe y est tellement dense que les soldats croient marcher sur un tapis; aussi y voit-on peu de plantes blessées ou meurtries..

Les deux numérations ont été faites, la première avant les manœuvres, la prairie n'avait reçu aucune visite; la seconde après les manœuvres, les plantes avaient donc été piétinées chaque jour. D'un autre côté la route et les pâturages voisins ne présentaient aucun Trèfle anormal.

Dans cette espèce, Hugo de Vries a réussi à fixer la forme accidentelle à 4 et 5 folioles (*Die Mutations Theorie*, Leipzig, 1901-1904). Philippe de Vilmorin est arrivé aussi au même résultat (*Hortus Vilmorianus*, 1906). Ils ont remarqué que ces feuilles tétraphylles et pentaphylles sont plus abondantes au début de la végétation. Ne se trouverait-on pas en présence d'un fait analogue? Je ne le pense pas. C'est qu'en effet, à côté du *Trifolium repens* L., il y avait aussi un certain nombre d'inflorescences de Trèfle rouge (*Trifolium pratense* L.) avec des fleurs dont le carpelle était remplacé par une feuille; la phyllodie est pourtant très rare chez cette espèce. Une autre anomalie s'est encore rencontrée; j'y ai recueilli une dizaine de capitules *prolifères* de Pâquerette (*Bellis perennis* L.). Chaque capitule possédait des fleurs en languette à l'extérieur et des fleurs tubulées à l'intérieur; mais du milieu surgissaient deux, trois et même quatre capitules pédonculés tout à fait normaux, c'est-à-dire avec involucre, fleurs ligulées à la périphérie et fleurs tubulées au centre.

En plus de ces derniers on trouvait, çà et là, d'autres capitules éventrés avec blessure cicatrisée, qui avaient subi une action plus violente. Toutes ces considérations font qu'on peut conclure à des anomalies produites par le piétinement.

ÉCONOMIE RURALE. — *Emploi de la chaleur pour le traitement des caféiers contre le* Xylotrechus quadrupes (*Chevrolat*) (*Borer indien*). Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. Yves Delage.

Un article récemment paru dans le *Tropical agriculturist* de la Société d'agriculture de Ceylan [1] préconise de traiter les plantations de caféiers en échauffant le tronc et les branches, après la taille, avec des torches formées de feuilles de cocotiers. Ce traitement ne tient pas compte de ce fait que le bois est mauvais conducteur de la chaleur et ne peut donner les résultats espérés ainsi que le montre l'expérience suivante :

Un fragment de tronc de caféier de 6^{cm} de diamètre et de 25^{cm} de long perforé selon son axe de manière qu'on puisse loger un thermomètre au centre de la tige est placé sur les flammes d'un fourneau à pétrole dit *à flamme bleue* dont les mèches

(1) E.-Ernest Green, *Plant. sanitation, entomological Notes* (*The tropical agriculturist of the Ceylan agricultural Society*, t. XXVIII, n° 3, mars 1907). Ferguson, Colombo.

ont 10^{cm} de longueur. Si l'on note les variations de la température au centre de la tige, on observe les résultats consignés dans ce Tableau :

Température initiale				32°
»	après	1	minute	32
»	»	3	»	33
»	»	4	»	34
»	»	5	»	36
»	»	10	»	39

Il n'est donc pas possible d'échauffer *pratiquement* une tige de caféier de diamètre ordinaire en la chauffant avec une torche.

La lecture de cet article m'a cependant suggéré l'idée d'étudier l'action de la chaleur sur le *Xylotrechus quadrupes* et sur le caféier. J'ai fait les constatations suivantes qui me paraissent importantes pour l'établissement d'un traitement basé sur l'emploi de la chaleur.

1° Les larves de *Xylotrechus* retirées de la tige et placées dans une étuve à plus de 60° meurent très rapidement en moins de 5 minutes;

2° Les larves de *Xylotrechus* soumises à une température de 55° meurent moins rapidement (de 5 à 10 minutes);

3° Les larves de *Xylotrechus* soumises à une température de 50° doivent être chauffées pendant plus d'une heure pour qu'on arrive sûrement au décès;

4° Enfin la température minima pouvant déterminer la mort des larves de *Xylotrechus* paraît osciller, un peu au-dessus de 45°, entre 46° et 47°, et dans ce dernier cas pour arriver à un résultat certain, cette température doit être maintenue pendant plusieurs heures;

5° Le résultat est le même qu'au paragraphe 4, si au lieu de chauffer les larves *in vitro* elles sont contenues dans un fragment de tige ou une tige entière, mais dans ce cas il faut ajouter à la durée de l'expérience le temps nécessaire pour mettre en équilibre de température le centre et l'extérieur de la tige.

Je n'ai pu établir avec autant de certitude quelle était la température maximum que pouvaient supporter les caféiers avec des temps variés. Cette étude présente, en effet, quelques difficultés pratiques. Outre l'ennui de sacrifier un grand nombre d'arbres, on ne peut juger du résultat d'une telle expérience qu'après une durée relativement longue. En effet, s'il est facile de se rendre compte en un jour ou deux, si une larve est morte, il n'en est pas de même quand il s'agit d'un arbuste, comme le caféier, où les effets destructeurs mettent souvent plus d'un mois à se traduire par des signes bien visibles. J'ai fait cependant des essais nombreux qui, sans me permettre de déterminer avec une entière exactitude la température maximum que

pouvaient supporter les caféiers, m'ont prouvé que l'arbuste supportait sans inconvénients une température de 50°.

Pour traiter les caféiers contre les borers par l'emploi de la chaleur, tout le problème se ramenait donc à ceci :

Trouver un appareil pratique permettant de placer l'arbuste dans des conditions telles que toutes ses parties fussent portées pendant le temps nécessaire à une température voisine de 50°.

J'espère avoir réalisé ces desiderata dans un appareil que je désigne sous le nom d'*étuve de la Mission scientifique* et qui deviendra l'instrument de traitement méthodique du borer indien.

Il se compose essentiellement :

1° D'un appareil de chauffage constitué par un tube en U rempli d'eau, chauffé par une lampe à pétrole et posé horizontalement sur le sol;

2° D'une série de cadres en bois dont les parois sont tapissées par des nattes de bambou, bourrées de bale de paddy. Ces cadres, réunis, isolent le caféier et l'appareil de chauffage de l'extérieur et constituent l'étuve.

RADIOGRAPHIE. — *De la possibilité d'établir le diagnostic de la mort réelle par la radiographie.* Note de **M. Charles Vaillant**, présentée par M. Edm. Perrier.

Les travaux que j'ai l'honneur de présenter sont le résultat de milliers d'examens faits dans les hôpitaux, les uns sur des sujets vivants, adultes ou enfants, les autres sur des cadavres.

Le début de mes recherches remonte aux premiers mois de l'année 1907. Je m'étais posé ce problème : Pourrait-on, au moyen de la radiographie, obtenir un signe certain de la mort réelle, en comparant les résultats fournis par le cadavre aux résultats obtenus sur le vivant?

Mes travaux ont commencé d'abord par des examens radiographiques comparés de membres de cadavres et de membres de sujets vivants. Dans ce premier cas, à part des clichés plus nets par suite de l'immobilité du sujet, aucune différence entre la radiographie cadavérique et celle prise sur le vivant.

Après les membres, j'ai opéré sur la tête; là encore, la radiographie ne peut fournir aucun renseignement appréciable.

J'en suis arrivé à l'examen du thorax. Pour cette partie du corps, les résultats que l'on obtient sur le cadavre diffèrent un peu de ceux que fournit le vivant. Les organes: cœur, poumons, donnent des images plus nettes ; le bord supérieur du foie se dessine plus franchement, les côtes se silhouettent de façon plus précise ; mais peut-on affir-

mer que, lorsque sur une radiographie on obtient nettement l'image des organes intrathoraciques, on a là le signe certain de la mort chez un individu [1], alors qu'en général ces organes sur le vivant donnent des images semblables avec des contours moins réguliers? Je ne le pense pas, et je ne crois pas qu'on puisse baser un diagnostic certain sur l'examen du thorax.

Mes travaux ont continué par l'examen de l'abdomen et du bassin. Ici, les résultats sont plus concluants. Je puis assurer que c'est seulement en radiographiant l'abdomen et le bassin d'un individu que l'on peut différencier la mort apparente de la mort réelle.

Sur la radiographie d'un sujet vivant, adulte ou enfant, l'estomac et l'intestin ne sont pas visibles.

Sur un sujet mort, ces deux organes deviennent visibles à la condition que l'individu ait vécu et se soit alimenté.

Pourquoi ne voyons-nous pas l'estomac et l'intestin sur un sujet vivant? Très certainement, à cause des mouvements continuels de ces organes et de leur transparence.

Dès que la vie a cessé, si l'on radiographie l'abdomen d'un individu, on obtient très nettement un diagramme de l'estomac et de l'intestin, les circonvolutions intestinales se dessinent avec tous leurs détails : cette image on ne l'obtiendra jamais sur un sujet vivant.

L'obtention de la reproduction photographique des organes abdominaux s'explique de la façon suivante :

Les gaz qui se forment dans ces organes sont en majeure partie des sulfures qui deviennent, par leur composition chimique, phosphorescents sous l'action des rayons X; cette phosphorescence, l'œil ne peut la percevoir qu'au moyen d'une radioscopie de la région abdominale; ces organes, devenant plus lumineux, sous l'action des rayons, provoquent une sur-impression de la plaque photographique aux endroits où leur image se reproduit, leur contenu jouant le rôle d'écrans renforçateurs; ces considérations et la complète immobilité des organes expliquent leur visibilité dans le cas des épreuves prises sur un cadavre.

Je joins à cette Note quelques radiographies prises dans mes collections; la première est celle d'un enfant vivant, aucun organe n'est visible dans l'abdomen; la deuxième épreuve exécutée sur un cadavre d'enfant montre nettement l'estomac et l'intestin; la troisième épreuve (radiographie prise sur le cadavre encore chaud d'un enfant) confirme les précédentes observations.

---

(1) Dr Bourgade, *Journal des Rayons X*, 23 avril 1898.

Les deux épreuves suivantes représentent : 1° une femme vivante radiographiée d'un seul coup tout entière et sur une seule plaque; les organes abdominaux ne se devinent même pas; 2° une radiographie exécutée dans les mêmes conditions que la précédente, sur un cadavre, 2 heures après le décès.

Dans ce cas, comme il est facile de le voir, les organes abdominaux se dessinent très nettement.

La dernière épreuve représente l'abdomen d'un homme radiographié 72 heures après le décès. Comme on peut en juger, la production plus considérable des gaz dans l'intestin permet d'obtenir une image encore plus vigoureuse et plus nette des organes de l'abdomen.

Par le procédé que je viens de décrire j'arrive à résoudre un problème posé depuis de longues années; mes conclusions sont donc les suivantes :

Le diagnostic de la mort réelle peut être fait, quant à présent, par l'examen radiographique des organes abdominaux.

ANATOMIE. — *Étude des séro-appendices épiploïques* (Omentula). Note de M. R. Robinson, présentée par M. Lannelongue.

Depuis l'époque où le célèbre anatomiste André Vésale (de Bruxelles) a découvert les appendices épiploïques, on n'a presque rien ajouté à l'étude de ces organes. Chaussier a essayé, dans un Mémoire lu à l'Académie de Dijon (1776), une étude physiologique des épiploons en général, où il parle aussi des appendices graisseux; mais il semble que cette Communication de l'un de nos meilleurs anatomistes n'ait pas attiré l'attention. Les auteurs se sont contentés d'une même description banale en quelques lignes, dont voici un exemple : « Le long du bord libre du gros intestin, sur les points d'union des bandelettes avec les bosselures, on trouve de distance en distance des appendices plus ou moins longs : les *appendices épiploïques* ou graisseux. Ils manquent chez le fœtus et chez l'enfant. Ce sont des culs-de-sac de la séreuse soulevés en doigts de gant par des amas de graisse. Ils peuvent devenir, chez les personnes obèses surtout, nombreux et assez longs » (T. Jonnesco, in *Traité d'Anatomie* de Poirier, t. IV, p. 303).

Il y a d'abord une première erreur que tous les anatomistes, sauf Meckel, ont énoncée et qu'il faudra corriger de suite. Les appendices épiploïques ne manquent pas chez le fœtus et chez l'enfant, comme on le dit. J'ai examiné plusieurs fœtus et nouveau-nés, à l'École pratique de Médecine, et je

les ai toujours trouvés. J'en ai vu de superbes, visibles à l'œil nu, que j'ai fait dessiner, sur le côlon descendant et pelvien d'un fœtus de 3 mois provenant de la Maternité de Tenon. A ce propos, il est intéressant à noter que le côlon terminal, malgré l'assertion de quelques auteurs anciens, est le siège de prédilection de ces appendices, si bien que chez les animaux engraissés cette portion terminale de l'intestin est couverte de ces appendices graisseux, et voilà pourquoi on l'appelle aussi *intestin gras* ou *crasse* (Mastdarm). Cette hypertrophie des appendices dans le côlon terminal est expliquée par ce fait que je crois signaler pour la première fois : développement précoce des appendices dans cette portion de l'intestin.

Une autre erreur dans laquelle quelques anatomistes sont tombés, c'est de refuser aux appendices toute parenté avec le grand épiploon. Winslow, dans ses mémorables observations anatomiques communiquées à l'Académie des Sciences (1715-1718), les avait à juste titre considérés comme des espèces de petits épiploons.

En effet la constitution anatomique de ces deux organes est absolument identique : séreuse richement vascularisée, réceptacle de graisse, flottant dans la cavité abdominale et se modelant suivant les mouvements des viscères avec lesquels ils sont en rapport. Mais ce qui est nouveau et plus intéressant encore, c'est le rapport toujours le même du grand épiploon aux appendices.

J'ai à ce sujet mesuré la surface de la portion flottante du grand épiploon d'une part et celle des appendices rapprochés en carré ou en rectangle d'autre part et j'ai trouvé en moyenne un rapport de 4 à 1. J'ai mesuré chez le même individu la longueur de l'intestin grêle sans duodénum et celle du gros intestin avec rectum, j'ai trouvé le même rapport de 4 à 1.

Il y a là une nouvelle indication importante pour l'analogie des deux épiploons et au point de vue de leur développement parallèle. Mais les autopsies nous ont montré des preuves plus éclatantes : P. Schiefferdecker a vu chez un homme de 50 ans, mort d'une maladie des reins, en même temps que le non-développement du grand épiploon flottant, l'absence complète des appendices épiploïques.

Ne devrait-on pas conclure avec ce distingué anatomiste que l'origine et le développement de ces deux épiploons sont analogues aussi bien que leur signification biologique? Le rapport constant que j'ai signalé indiquerait aussi que les appendices épiploïques sont au gros intestin ce que le grand épiploon est à l'égard de l'intestin grêle.

Dans ces derniers temps, les physiologistes et les pathologistes se sont beaucoup occupés du rôle utile des épiploons. Depuis Hippocrate jusqu'à nos jours, il n'y a pas de fonction qu'on ne leur attribuât, et il serait vraiment fastidieux de les énumérer à l'exemple de Riolan. Aujourd'hui la tendance générale est de leur attribuer un rôle de défense contre l'envahissement des intestins par les corps vivants ou bruts : microbes, poisons, corps étrangers. Pour nous il n'y a qu'une part de vérité dans toutes ces hypothèses. Le rôle des épiploons en général et des séro-appendices en particulier est un rôle mécanique, hydrodynamique en même temps que chimique. Se ramasser, se replier quand les viscères abdominaux sont pleins, descendre, s'étendre lorsqu'ils sont vides, aller combler le trou éventuel (hernies), isoler un abcès, recouvrir un organe perforé, séparer une tumeur, protéger les viscères contre un choc ou une brusque contraction musculaire, voilà pour leur rôle mécanique que l'on pourrait caractériser avec R. Morison sous le nom de *Abdominal policeman*.

Leur rôle hydro-dynamique est aussi important, c'est le balancement du sang entre les vaisseaux des épiploons et ceux des viscères. Hoffmann (Fréd.) avait déjà noté le fait. Mes observations sur les animaux me permettent d'affirmer que pendant la digestion les épiploons se ramassent et envoient une partie de leur sang aux viscères. D'un autre côté la résection du grand épiploon chez l'homme produit des suffusions sanguines et même des ulcérations dans l'estomac. Naturellement l'équilibre finit souvent par s'établir et, s'il n'y avait des fonctions vicariantes, la vie ne serait guère possible.

Il est bon pour les anatomistes de se contenter de ces deux fonctions mécaniques et hydro-dynamiques des séro-appendices épiploïques, attendu que nous pouvons les appliquer aux autres séro-appendices. Car il y a d'autres séro-appendices qui sont signalés, mais pas étudiés suffisamment : je fais allusion aux franges graisseuses du péricarde et des articulations. Celles-ci présentent les mêmes caractères, à savoir : leur dépendance d'une séreuse ou d'une synoviale, leur forme commune, festonnée, frangée, lobulée, la présence de la graisse dans leurs parties déclives, les saccules, leur riche vascularisation, leur dilatabilité et leur compressibilité, leur sensibilité émoussée, etc., etc. C'est un gros chapitre d'Anatomie générale sur lequel je reviendrai prochainement.

Je terminerai cette Note en rappelant que les séro-appendices jouent un rôle dans la Pathologie et que les conséquences terribles de la chute des

séro-appendices épiploïques dans la cavité péritonéale ont été connues par une Communication de M. Littre à l'Académie, en 1703.

GÉOLOGIE. — *Sur les nappes de charriage nord-pyrénéennes et pré-pyrénéenne, à l'est de la Neste.* Note de M. **Léon Bertrand**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans plusieurs Notes précédentes j'ai montré que le bord septentrional des Pyrénées présente la trace évidente de *charriages vers le Nord* et commencé à établir la distinction des diverses nappes, à l'est de l'Ariège; après avoir brièvement précisé leurs caractères, je vais les poursuivre plus à l'Ouest.

Nappes nord-pyrénéennes. — Au nord du massif primaire central se trouve une zone de terrains secondaires, avec massifs primaires isolés (*zone nord-pyrénéenne*), qui montre un empilement de trois séries secondaires, où se répète d'ailleurs la même succession stratigraphique; celle-ci est, par contre, très différente et même complémentaire de celle qui existe dans la *région sous-pyrénéenne* septentrionale, ainsi que dans la bordure méridionale des Pyrénées. La série inférieure (**A**) chevauche, vers le Nord, sur la région sous-pyrénéenne; mais, au Sud, elle est en connexion normale avec la zone primaire centrale et forme sa bordure *en place*. La seconde série (**B**) a été charriée vers le Nord par-dessus la précédente, entraînant à sa base des paquets de terrains primaires arrachés à la partie supérieure de la zone centrale. La nappe supérieure (**C**), qui commence à se montrer dans l'ouest de la feuille de Quillan, y est principalement formée de terrains primaires, avec petits témoins de leur couverture secondaire.

Ces trois nappes ne sont que des replis de la couverture du massif primaire central, qui est venue s'empiler sur elle-même au nord de sa situation primitive; elles se différencient bien sur leur bord méridional (surtout quand des paquets primaires s'y intercalent), tandis que, vers le Nord, leurs terrains les plus récents, les schistes albiens, ont pu rester en continuité entre eux, en avant des charnières anticlinales; ces schistes jouent d'ailleurs, dans les nappes nord-pyrénéennes, le même rôle que le flysch dans les nappes alpines.

Les études de détail que j'ai poursuivies, cette année, me permettent de continuer cette esquisse jusqu'à la vallée de la Neste, dernier affluent de la

Garonne vers l'Ouest. L'étude de deux importantes *fenêtres*, qui montrent le Crétacé supérieur sous-pyrénéen au milieu de ces nappes (bassin de Tarascon-Saurat et région d'Oust-Massat) a été particulièrement instructive à cet égard.

Nappe C. — J'ai pu vérifier que le *massif primaire du Saint-Barthélemy* appartient bien à la nappe C, qui se montre toujours principalement formée par les terrains primaires; mais il faut aussi rapporter à la même nappe le long *massif de l'Arize,* qui est en continuité avec lui et se poursuit jusqu'au delà du Salat. J'avais cru devoir considérer ces deux massifs comme tectoniquement indépendants, à cause d'une ligne de cassure évidente qui existe sur leur bord septentrional et qui fait avancer brusquement le massif de l'Arize vers le Nord; mais ce n'est qu'un accident transversal de la nappe C, et d'ailleurs il diminue progressivement vers le Sud, de façon à disparaître aux environs d'Arnave. C'est aussi, très probablement, à cette même nappe que doit être attribué le *massif de la Barousse,* qui s'étend entre la Garonne et la Neste, et les dépasse même toutes deux légèrement.

Nappe B. — Cette nappe, qui renferme vers l'Est un important massif primaire (*massif de l'Agly*), devient ensuite pauvre en lambeaux primaires, du moins par la taille de ceux-ci. C'est à l'état d'une lame de terrains secondaires, qui s'enfonce au Nord sous le massif du Saint-Barthélemy, qu'elle arrive jusqu'au gypse d'Arnave; elle admet d'ailleurs, à sa base, quelques lambeaux de Primaire et la découverte que j'ai faite récemment de l'un d'eux au sud d'Arnave m'a été d'un grand secours. Puis, à l'ouest de l'Ariège, les terrains primaires s'y montrent de nouveau largement développés, formant le *massif des Trois-Seigneurs,* qui se poursuit, au delà du Salat, par celui *du Cap de Bouirech* ou *de Castillon.* La bande importante des calcaires marmoréens, avec nombreuses intrusions de lherzolite, qui passe par Vicdessos et Seix, est nettement et normalement superposée au Primaire des Trois-Seigneurs et celui-ci reparaît, d'ailleurs, au Port de Saleix, sur le bord méridional de ces calcaires, en une mince lame gneissique intercalée dans le contact anormal qui les sépare du bord de la zone primaire centrale (d'après une observation inédite que M. A. Lacroix a bien voulu me communiquer).

Cette nappe est traversée par l'érosion aux deux fenêtres que j'ai citées, tandis que les témoins de la nappe C sont plus au Nord; on peut, en particulier, la suivre sur tout le pourtour de la fenêtre d'Oust-Massat, s'enfonçant au Nord sous le massif de l'Arize. C'est à elle qu'il faut rapporter les gypses et calcaires secondaires du Col de Port, ainsi que les gypses d'Arignac.

Les terrains secondaires de cette nappe occupent une très large surface entre le Salat et la Neste et l'on doit lui attribuer la plupart des calcaires secondaires (encore avec intrusions de roches basiques) qui se rencontrent, en cette région, au nord de la zone primaire centrale. En particulier, au sud du massif de la Barousse, la lame discontinue des marbres de Saint-Béat, Cierp, le Pic de Montlas et Sarrancolin lui appartient, séparée de la zone primaire centrale par la lame de terrains primaires très broyés que Leymerie a nommée *magma de Cierp.* C'est dans un bombement septentrional de

cette nappe et à sa base que se montre le *massif primaire de Milhas,* dont j'ai indiqué déjà la liaison avec celui de Castillon par un anticlinal commun.

Nappe A. — La bordure secondaire de la zone primaire centrale est souvent masquée par la nappe B et c'est surtout en avant de celle-ci (ou de la nappe C lorsqu'elle a débordé B, comme c'est le cas pour le massif de l'Arize) qu'on retrouve la nappe A, limitée au nord par le *chevauchement frontal pyrénéen.* Elle se montre ainsi largement sur la feuille de Quillan, puis disparaît à peu près complètement, ainsi que B, sous le massif du Saint-Barthélemy; elle est de nouveau bien développée au nord du massif de l'Arize et s'enfonce ensuite au sud-ouest sous la nappe B (chevauchement de Surroque-Montégut-Prat), lorsque celle-ci se dégage de dessous C, à l'extrémité occidentale du massif de l'Arize. C'est bien à cette nappe A qu'il faut rapporter le chaînon charrié du Pech de Foix et du Pic de l'Aspre et, d'autre part, on la retrouve nettement, quoique parfois entièrement laminée, entre la nappe B et le substratum sous-pyrénéen, sur le pourtour des deux fenêtres de Crétacé supérieur.

Nappe pré-pyrénéenne. — M. Carez a mis en évidence l'individualité tectonique d'une région située en avant de la nappe précédente et qui est principalement formée de Cénomanien, avec quelques affleurements des terrains secondaires inférieurs et primaires, sur lesquels il s'est déposé en transgression. Cette zone constitue une nappe inférieure aux précédentes, car elle est séparée par un chevauchement de la région sous-pyrénéenne proprement dite et en place; d'autre part, elle se rattache à celle-ci par sa composition stratigraphique; pour cette raison, je la distingue des nappes précédentes, qui sont nettement pyrénéennes, sous le nom de *nappe pré-pyrénéenne.* Elle se retrouve très nettement sur la feuille de Quillan, entre Coudons et Tuchan; elle y forme, en particulier, la région qui s'étend autour de cette ville et jusqu'au pied du Pic de Bugarach, et qui est comprise entre le chevauchement frontal pyrénéen, au Sud, et celui qui passe à Saint-Ferriol, au Nord; dans cette région, on observe le Crétacé supérieur par-dessus les couches de la série nord-pyrénéenne; elle constitue donc une zone intermédiaire entre les régions pyrénéenne et sous-pyrénéenne, tant au point de vue stratigraphique que par ses caractères tectoniques.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur un ancien cours de la Loire pliocène.* Note de M. E. Chaput.

Une large trouée à peu près rectiligne relie, entre Digoin et Chagny, les vallées de la Loire et de la Saône; elle est suivie par la Bourbince, puis par-

la Dheune, mais elle a été certainement creusée par un cours d'eau plus important, car on retrouve à Montchanin, dans une région d'étangs où n'existe aujourd'hui aucune rivière, d'épaisses alluvions pliocènes. Aussi a-t-on considéré, sans preuves bien précises, cette longue vallée tantôt comme un ancien chenal de la Saône, tantôt comme un ancien lit de la Loire (M. Dollfus). On peut faire à ce sujet les observations suivantes :

Les alluvions pliocènes de Montchanin, telles qu'on peut les étudier au sud du canal du Centre, en face de l'étang de Longpendu, sont nettement fluviatiles. Dans les sables, les éléments quartzeux sont très roulés : il en est de même des graviers et des galets; l'épaisseur des sables et des argiles dépasse parfois 8^m. Or l'examen des lits de sable et de gravier, dans les tranchées parallèles au canal du Centre, indique des courants dirigés du Sud-Ouest vers le Nord-Est, c'est-à-dire de la Loire vers la Saône. De plus, tous les dépôts fluviatiles du plateau de Montchanin forment une terrasse légèrement abaissée vers la Saône, avec une altitude moyenne de 318^m-320^m. (Nous ne tenons pas compte des sables et argiles de la forêt d'Avoise, situés à un niveau plus élevé : ce sont en effet des produits de ruissellement sans grande amplitude, dont les éléments sont à peine roulés.)

Pour toutes ces raisons, nous sommes conduits à envisager le pliocène de Montchanin comme une terrasse, reste d'un ancien cours de la Loire. Essayons de suivre cette terrasse dans les vallées de la Bourbince et de la Dheune, de part et d'autre de Montchanin.

1° En descendant, vers la Loire, la vallée de la Bourbince, on remarque que les alluvions étagées sur les flancs de cette vallée s'élèvent progressivement. Elles atteignent 336^m entre Sanvignes et Perrecy, 342^m au sud-ouest de Perrecy, 346^m sur le plateau compris entre l'Arroux et l'Oudrache, au sud-est de Chassy. Là, sur une étendue de plusieurs kilomètres, on trouve, avec des sables au même état d'altération qu'à Montchanin, de gros galets souvent très arrondis, provenant certainement de la Loire. Cette terrasse de Chassy est à environ 130^m au-dessus de la Loire actuelle; il semble donc que tous les niveaux pliocènes élevés, entre Chassy et Montchanin, correspondent à une même terrasse de la Loire. (Il faudrait sans doute rattacher aussi à cette terrasse le plateau de Bellevue, au sud de Montceau-les-Mines, sur lequel ont subsisté quelques lambeaux d'alluvions à quartz roulés.) La pente générale de cette terrasse entre Chassy et Montchanin est sensiblement celle de la Loire actuelle entre Roanne et Diou.

2° Entre Montchanin et Chagny, quelques niveaux élevés pliocènes prolongent la terrasse indiquée jusqu'au nord de Saint-Léger. Au delà, les alluvions sont plus récentes et plus basses, les niveaux élevés ont disparu, sans doute à cause d'une érosion plus active, la pente de la vallée étant assez considérable. Mais, si l'on prolonge hypothétiquement la terrasse jusqu'au delà de Chagny, avec une pente légèrement décroissante, on aboutit à environ 130^m au-dessus de la Saône.

Nous croyons donc pouvoir formuler les conclusions suivantes :

1° A l'époque de la terrasse pliocène de 130^m, la Loire s'écoulait dans la Saône par la vallée de Chagny. Cette direction primitive, avec un coude brusque à Chagny, était d'ailleurs imposée par le synclinal du canal du Centre (synclinal de Blanzy).

2° Lorsque ce régime hydrographique a cessé par une capture de la Loire (vers Paray-le-Monial), la Saône et la Loire, dès lors indépendantes l'une de l'autre, ont creusé leur vallée de la même quantité (130^m) jusqu'au niveau actuel.

HYDROLOGIE. — *Relation entre la radioactivité des eaux souterraines et leur hydrologie.* Note [1] de MM. **F. Dienert** et **E. Bouquet**, présentée par M. Roux.

Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 9 mai 1906) nous avons montré que les sources de la Ville de Paris étaient un peu radioactives. Cette radioactivité, comme pour les sources minérales, n'est pas constante; elle varie suivant l'époque de l'année.

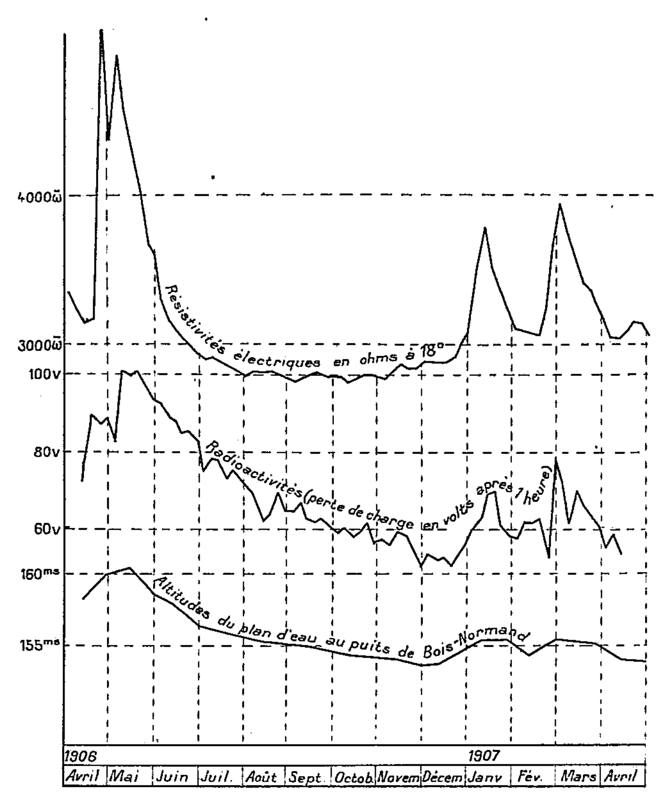
L'hydrologie souterraine des terrains d'où sortent les eaux minérales est bien trop complexe pour qu'il soit facile de se rendre compte des causes exactes de la variation de la radioactivité.

Au contraire, pour les sources de l'Avre, par exemple, le régime souterrain est bien connu. Leur gisement géologique est la craie turonienne, couche sédimentaire non bouleversée. Or, pendant une année entière, nous avons suivi à peu près journellement la radioactivité des sources de Rueil (sources de l'Avre) et nous donnons ci-après les résultats obtenus à la source de Rivière, les résultats obtenus aux autres sources étant identiques. Nous avons inscrit également les courbes de la résistivité électrique de ces eaux et les variations du plan d'eau au puits de Bois-Normand situé sur le périmètre d'alimentation de la source de Rivière.

Ces trois courbes sont, dans la mesure des erreurs possibles, parallèles entre elles. L'augmentation de la résistivité électrique et du plan d'eau de Bois-Normand correspond à une arrivée d'eau superficielle engouffrée dans les bétoires de ces terrains calcaires. C'est la période de crue de la source.

(1) Présentée dans la séance du 11 novembre 1907.

Ces eaux superficielles ne sont pas radioactives et, comme elles viennent se mélanger à des eaux radioactives, elles devraient abaisser la radioactivité de l'eau des sources. C'est au contraire l'inverse qui se produit, d'où nous tirons comme première conclusion *que les eaux superficielles dissolvent rapidement dans le sol l'émanation qu'elles rencontrent.*



Nota. — Les variations de l'altitude du plan d'eau du puits de Bois-Normand, sur le périmètre de la source de Rivière, indiquent mieux que la courbe des débits les variations de la nappe souterraine. Par suite de manœuvres de vannes, on fait en effet varier à volonté suivant les besoins les débits de cette source.

Comme ce ne sont pas les eaux superficielles qui apportent de l'émanation aux sources, il est de toute logique de supposer que c'est l'élévation du plan d'eau de la nappe qui vient baigner des portions plus superficielles et plus radioactives du sol qui fournit à l'eau une augmentation de son émanation. Si cette hypothèse est vraie que les couches superficielles du sol sont plus radioactives que les couches profondes de la craie turonienne de cette région, il faut s'attendre à trouver moins de radioactivité dans les eaux pro-

fondes de cette région. C'est en effet ce que l'expérience confirme. Un forage de 30^m de profondeur fait à côté de la source de Rivière a donné une eau jaillissant de la craie turonienne, mais ayant une résistivité moyenne de 3250 ohms et une radioactivité trois à quatre fois plus faible que le minimum observé à la source de Rivière. Sur le périmètre de la source de Rivière les couches profondes de la craie turonienne sont donc moins radioactives que les couches superficielles, d'où les variations de radioactivité observées à la source de Rivière au moment des crues.

Partout, cependant, les couches profondes de la craie turonienne ne sont pas aussi peu radioactives. Un deuxième forage fait aux environs de la source de Breuil, dont le régime est différent de celui des sources de Rueil et descendant à 25^m au-dessous du sol, donne une eau jaillissant de la craie turonienne, mais sensiblement aussi radioactive que l'eau de la source du Breuil qui est plus radioactive et plus conductrice que les sources de Rueil. Au point de vue géologique et paléontologique, la craie turonienne trouvée au fond du forage de Rivière était identique à celle trouvée au fond du forage du Breuil. La radioactivité permet donc de constater que la craie turonienne n'a pas partout une composition identique, conclusion à laquelle nous étions déjà arrivés au moyen de la conductibilité électrique des eaux (*Comptes rendus,* juin 1906) et qui confirme nos précédents travaux.

Les variations de la radioactivité de la source du Breuil sont différentes de celles des sources de Rueil en raison de la modification constatée dans la composition de la craie turonienne et signalée plus haut. Cette étude constituera un travail spécial.

Il apparaît déjà dans notre travail que la radioactivité des eaux est due à la craie elle-même et, à la source de Rivière, aux couches superficielles de celle-ci.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 novembre 1907.

Investigation of inequalities in the motion of the Moon produced by the action of the planets, by Simon Newcomb, assisted by Frank-E. Ross. Washington, publié par *The Carnegie Institution,* 1907; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, publiés sous les auspices du Comité international par le Directeur du Bureau. Tome XIII. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-4°.

Observatoire de Bordeaux. *Catalogue photographique du Ciel : Coordonnées rectilignes.* Tome II, fasc. 1 : zone + 15° à + 17°. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-4°.

Flore générale de l'Indo-Chine, publiée sous la direction de M. H. Lecomte. Tome I, fasc. 1 : *Renonculacées, Dilléniacées, Magnoliacées, Anonacées,* par Finet et Gagnepain. Paris, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage du directeur et des auteurs.)

Notice sur les travaux de M. Ch. Renard. Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 fasc. in-4°.

L'affaire Reidal, un cas de sadisme sanguinaire congénital, par les Drs Lacassagne, Rousset, Papillon. (*Arch. Anthr. crim.,* t. XXII, nos 166-167.) Paris, Masson et Cie, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. Lacassagne.)

La prévision du temps sans instrument : Système pour la prévision de tous les météores de deux à quatre jours d'avance, par Hubert Tscheuschner. Paris, 1907; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; t. XXXV, fasc. 3 : *Rapport du Président pour l'année* 1906. — *Monographie des groseilliers,* par Ed. de Janczewski. — *Sur quelques espèces de l'Albien inférieur du Vöhrum,* par L.-W. Collet. Genève, Georg et Cie; Paris, G. Fischbacher, 1907; 1 vol. in-4°.

Tables générales des matières des Tomes I à XX du « Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie », publiées sous la direction du Secrétaire général E. Van den Broeck. Bruxelles, Hayez, 1907; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 novembre 1907.

Le opere di Galileo Galilei; edizione nazionale sotto gli auspicii di Sua Maesta il Re d'Italia; t. III, parte secunda. Vol. XIX. Florence, 1907; 2 vol. in-4°.

Per la edizione nazionale delle opere di Galileo Galilei. *Trent'anni di studi galileiani,* per Antonio Favaro. Florence, 1907; 1 fasc. in-4°.

Die Mechanik des Himmels; Vorlesungen, von Carl-Ludwig Charlier; Bd. II, Abt. 1 und 2. Leipzig, Veit et Cie, 1905-1907; 2 vol. in-8°. (Transmis en hommage par M. Poincaré.)

Théorie et usage de la règle à calculs, par P. Rozé. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye. Hommage de l'auteur et de l'éditeur.)

Les Préalpes maritimes : II. Paléontologie. Stratigraphie. Paris-Nice, 1907; 1 vol. (recueil factice de notes) et 5 fasc. (Hommage de l'auteur.)

Le chimiste Z. Roussin : Chimie, Physiologie, Expertises médico-légales, par A. Balland et D. Luizet, avec *Notice biographique*, par H. Chasles; Préface de A. Haller. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. Haller.)

Eclipse total de Sol del 30 *de agosto de* 1905. *Observaciones hechas en Carrión de los Condes per la Sección astronomica del Observatorio de Cartuja dirigido por Padres de la Compania de Jesús.* Grenade, Lopez Guevara, 1905; 1 fasc. in-8°.

La pellagra i pellagrologia e le administrazioni publiche; saggi di storia e di critica sanitaria del Dott. Gaetano Strambio jun. Milan, Dumolard, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de la famille Strambio.)

Third annual Report of the Henry Phipps Institute for the study, treatment and prevention of tuberculosis, february 1, 1905 to february 1, 1906. Philadelphie, 1907; 1 vol. in-8°.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt, 1905. Zurich, s. d.; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 11 novembre 1907.)

Note de M. *R. Fosse,* Action de l'urée, de la thiourée, de l'uréthane et de quelques amides sur le xanthydrol :

Page 814, lignes avant-dernière et dernière, *au lieu de* son poids moléculaire est 7,3 fois plus grand que celui de l'urée, *lisez* son poids moléculaire est 7 fois plus grand que celui de l'urée.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 NOVEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations à l'occasion de l'isomérisation* nitreuse *de l'alcool isobutylique.* Note de M. **Louis Henry**.

J'entends par *isomérisation nitreuse* la transformation de certains alcools aliphatiques en alcools isomères, lors de la réaction des azotites métalliques sur les sels des bases amidées $R.NH^2$, et notamment de leurs chlorhydrates.

Cette réaction, déjà ancienne, est intéressante à divers titres, mais comme bien d'autres elle pourrait être mieux connue et complétée sous divers rapports.

Efficacement aidé de mon assistant, M. Aug. de Wael, j'en ai repris l'étude, surtout au point de vue comparatif.

I. Il m'a paru tout d'abord nécessaire de déterminer avec plus de précision qu'on ne l'a fait jusqu'ici (1) la transformation de l'isobutylamine

$$(CH^3)^2.CH.CH^2(NH^2),$$

en alcools en C^4 par la réaction des nitrites sur le chlorhydrate de cette base.

21g d'isobutylamine (ébullition 67° sous 765mm), soit un tiers de molécule, ont été employés à cet effet. La solution aqueuse de leur chlorhydrate, légèrement acidulée, a été étendue jusqu'à occuper 500cm³.

De cette solution, on a prélevé 50cm³ qui ont été soumis à l'action de l'azotite sodique. Le dégagement gazeux s'établit spontanément et se continue paisiblement

---

(1) Voir LINNEMANN, *Annalen der Chemie,* t. CLXII, 1872, p. 22.

L'auteur fait connaître, dans ce travail, l'isobutylamine et la formation du triméthylcarbinol par l'action du nitrite d'argent sur le chlorhydrate de cette base.

pendant 2 heures environ. On a chauffé légèrement alors le liquide pendant quelque temps. On a recueilli ainsi 668$^{cm^3}$ de gaz azote. Il en aurait fallu théoriquement 672; la réaction, réalisée dans ces conditions, était donc complète.

25^g de nitrite sodique, ce qui constitue un léger excès, ont été employés pour déterminer la transformation du chlorhydrate de l'isobutylamine, mis en œuvre au total.

La masse liquide a été soumise à la distillation jusqu'à ce que le produit recueilli ne séparât plus, par le carbonate potassique solide, de liquide insoluble.

On a obtenu ainsi 17^g d'alcool butylique sec. Il en aurait fallu théoriquement 22^g,2.

Ce liquide est un mélange en proportions *fort inégales* d'alcool *isobutylique* $(H^3C)^2.CH - CH^2(OH)$ et de *triméthylcarbinol* $(H^3C)^3.C(OH)$. Pour les séparer, on a mis à profit la différence d'action que ces corps subissent de la part de l'acide chlorhydrique fumant; l'alcool primaire s'y dissout, tandis que l'alcool tertiaire en est rapidement éthérifié et transformé en chlorure. 3$^{cm^3}$ de ce mélange alcoolique ont, comme essai, été mélangés à 6$^{cm^3}$ d'acide chlorhydrique fumant ordinaire, d'une densité 1,19.

Après quelques instants, le liquide se trouble et, chauffé dans de l'eau tiède, il s'en sépare rapidement du *chlorure de butyle tertiaire* $(CH^3)^3 - C - Cl$, sous forme d'une couche limpide surnageante. Celle-ci mesure 2$^{cm^3}$,2, soit au moins les deux tiers du volume du liquide employé. Toute la quantité du liquide alcoolique recueilli ayant été soumise à ce traitement, on a obtenu ainsi au total 13$^{cm^3}$ de chlorure de butyle tertiaire qui, soumis à la distillation après dessiccation à l'aide du chlorure de calcium, a passé en totalité vers 50°-52°, et rien au delà; c'était donc un produit homogène.

Le liquide restant a été soumis à la distillation après avoir été neutralisé; les eaux ainsi recueillies laissent séparer, par l'addition de K^2CO^3 solide, une couche surnageante qui est l'alcool isobutylique. On en a ainsi recueilli 4^g environ.

En fin de compte, on peut admettre qu'environ les *trois quarts* du liquide alcoolique, produit de la réaction de l'acide nitreux sur l'isobutylamine, sont constitués par l'alcool butylique *tertiaire* $(H^3C)^2 - C - (OH)$.

II. Cette constatation m'amène à formuler quelques observations d'ordre général.

A. L'isobutylamine fait partie du groupe des amines que l'on peut rattacher, par voie de méthylation, dans le composant $- CH^3$, à l'amine originelle $H^3C - CH^2(NH^2)$, l'éthylamine; elle en constitue le second terme.

$$H^3C - CH^2(NH^2),$$

$$H^3C - CH^2 - (NH^2),$$

$$\begin{matrix} H^3C \diagdown \\ H^3C \diagup \end{matrix} CH - CH^2(NH^2),$$

$$\begin{matrix} H^3C \diagdown \\ H^3C - \\ H^3C \diagup \end{matrix} C - CH^2(NH^2).$$

Or si, sous l'action des réactifs nitreux, les sels de l'éthylamine, ne fournissant que de l'alcool éthylique $H^3C - CH^2(OH)$, restent à l'abri de tout phénomène d'isomérisation, il n'en est pas de même de leurs congénères *méthylés*. Ceux-ci fournissent invariablement des alcools qui ne correspondent pas exclusivement à l'amine primitive et, fait remarquable, la quantité d'alcool, produit de cette isomérisation, augmente à mesure que la substitution méthylique est plus complète, c'est-à-dire que l'hydrogène est plus rare dans le système voisin du complexe $H^2C - (NH^2)$, aux dépens duquel se forme l'alcool, produit final de la réaction.

a. Propylamine normale $CH^3CH^2 - CH^2(NH^2)$. — Mélange d'alcools propylique et isopropylique, dont 58 pour 100 d'alcool *secondaire*

$$H^3C - CH(OH) - CH^3 \ (^1)$$

approximativement.

b. Isobutylamine $(H^3C)^2.CH - CH^2(NH^2)$. — Mélange d'alcools en C^4, dont 75 pour 100 environ d'alcool *tertiaire* $(H^3C)^2 - C(OH) - CH^3$.

c. Triméthyléthylamine $(H^3C)^3.C - CH^2(NH^2)$. — Production *exclusive* de diméthyléthylcarbinol $(H^3C)^2.\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}} - CH^2 - CH^3$ ([2]) en tant que produit alcoolique de la réaction.

Ici, où l'hydrogène du groupement méthyl originel de l'éthylamine a totalement disparu pour faire place au système exclusivement carboné

$$(CH^3)^3C - CH^2 -,$$

l'isomérisation atteint toute la masse de l'amine soumise au réactif nitreux.

B. Cette isomérisation *nitreuse* des alcools me paraît assimilable, en la plupart, sinon en tous les points, à celle que présentent les éthers haloïdes sous l'action de la chaleur :

a. D'abord dans son *résultat;* elle fixe finalement l'hydroxyle $-OH$ sur un carbone moins hydrogéné que celui auquel était attaché primitivement le radical $-NH^2$.

b. Dans l'*aptitude* qu'ont à la subir les composés où on la constate; celle-ci est d'autant plus développée que l'hydrogène est plus rare dans les systèmes carbonés isomérisables ou à leur voisinage.

---

(1) Victor Meyer et Fr. Foster, *Berichte*, 1876, p. 543.

(2) *a.* L. Tissier, *Comptes rendus*, t. CXII, 1891, p. 1065; *b.* M. Freund et L. Lenze, *Berichte*, t. XXIV, 1891, p. 2150.

c. Dans les *modifications moléculaires* structurales qui les constituent; si parfois le noyau carboné reste intact, il arrive qu'il est lui-même atteint et que les rapports de combinaison, non seulement du carbone avec les autres éléments ou groupements, sont modifiés, mais aussi du carbone avec lui-même.

d. Enfin, de même que dans celle des éthers haloïdes, on n'observe jamais dans l'isomérisation *nitreuse* la formation d'un alcool, renfermant un composant alcoolique plus hydrogéné que l'amine originelle. L'inverse a plutôt lieu. C'est un fait dont il faut tenir compte quand il s'agit de définir les aptitudes réactionnelles du carbone; il est bien remarquable en effet que les éléments ou les radicaux négatifs s'attachent de préférence, et parfois par une préférence exclusive, aux chaînons carbonés les moins hydrogénés ou même dépourvus totalement d'hydrogène.

M. le Prince **Roland Bonaparte** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Deuxième Congrès des Jardins alpins, tenu à Pont-de-Nant* (*Vaud*), *le* 6 *août* 1907.

CORRESPONDANCE.

M. le Colonel **Joseph Bertrand** remet à l'Académie, pour être placées dans ses Archives, des Notes sur l'enfance de *Joseph Bertrand* que celui-ci écrivit autrefois pour Louis Pasteur, chargé de le recevoir à l'Académie française, et une lettre du grand-père maternel de Joseph Bertrand relative à l'examen que son petit-fils venait de passer à l'âge de onze ans pour l'École Polytechnique et qui l'aurait classé le troisième s'il avait eu l'âge légal.

Ces pièces seront précieusement conservées dans les Archives et des remercîments seront adressés à la famille de l'ancien Secrétaire perpétuel de l'Académie.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats au poste de Directeur de l'Observatoire de Paris, vacant par le décès de M. *Maurice Lœwy*.

(Renvoi à une Commission composée des Membres des Sections de Sciences mathématiques et du Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Astronomiæ instauratæ mechanica,* réimpression en fac-simile de l'Ouvrage de Tycho Brahé, avec une Préface de M. B. Hasselberg. (Présenté par M. H. Becquerel au nom de M. le professeur Hasselberg.)

2° *Étude sur les mouvements d'eau qui peuvent se produire au contact et au voisinage d'une paroi plane verticale. Application à la détermination des efforts exercés par les lames sur les parois des ouvrages des ports,* par Georges Fortant et Maurice Le Besnerais (autographié). (Présenté par M. Bertin pour le prix Plumey de 1908.)

ASTRONOMIE. — *Détermination des éléments solaires et des masses de Mars et Jupiter par les observations méridiennes de Vesta.* Note de M. **G. Leveau**, présentée par M. Bigourdan.

La planète Vesta est la plus brillante du groupe compris entre Mars et Jupiter. Son éclat permet de l'observer aux instruments méridiens, non seulement vers l'opposition, mais aussi à des époques sensiblement éloignées de celle-ci, de sorte que, par la comparaison des observations avec les positions géocentriques déduites de la théorie de la planète et de celle du Soleil, on peut, à la détermination des éléments de la planète, y joindre celle des corrections des Tables du Soleil employées. De plus, dans l'intervalle considéré (1807-1904), les perturbations en ascension droite produites par les planètes Jupiter et Mars variant respectivement de plus de 3000″ et de plus de 30″, on peut, pour la première de ces planètes, espérer une bonne détermination de la valeur de sa masse et, pour celle si petite et si incertaine de Mars, une valeur assez approchée.

La théorie de Vesta, publiée dans plusieurs Volumes des *Annales de l'Observatoire* (t. XV, XVII, XX, XXII et XXV), est une application complète de la méthode de Hansen; les éléments provisoires, dont actuellement nous cherchons la correction, sont donnés (t. XXII, p. A_1 et A_2), les masses employées pour Jupiter et Mars sont respectivement $\frac{1}{1050}$ et $\frac{1}{3093000}$; jusqu'en 1864 les lieux du Soleil ont été calculés directement par l'emploi des *Tables solaires de Le Verrier* (*Annales*, t. IV) et, à partir de cette époque, extraits de la *Connaissance des Temps.*

De la comparaison des observations faites de 1807 à 1888 j'ai, par un premier travail, formé des Tables de Vesta (*Annales*, t. XXII), actuellement employées par le *Nautical Almanac* anglais et dont la précision a été justifiée par leur comparaison avec les observations faites dans différents observatoires de 1890 à 1904, et réunies dans le *Bulletin astronomique* (années 1902 et suivantes).

Dans la présente recherche, je réunirai les deux séries qui, sauf quelques omissions, comprendront ainsi l'ensemble des observations méridiennes faites depuis l'époque de la découverte. Le nombre des observations employées est de 5440, savoir 2874 en ascension droite et 2566 en déclinaison.

La comparaison de chacune de ces observations avec les éphémérides déduites des Tables provisoires a fourni 253 lieux normaux. Par la résolution, suivant la méthode de Cauchy, des 506 équations de condition établies entre les corrections à apporter aux éléments primitifs de Vesta, aux valeurs employées pour les masses de ♃ et ♂, ainsi que celles des éléments du Soleil et leurs variations séculaires qui sont la base des Tables du Soleil de Le Verrier, on a obtenu les résultats suivants :

Vesta.		Soleil.
$\delta l = -5'',29$	Masse de ♃ $\frac{1}{1046,04}$	
$\delta e = -0,49$		$\delta\varepsilon = +0'',221 + 0'',791\left(\frac{T-1850}{100}\right)$
$\delta\varpi = -17,61$	Masse de ♂ $\frac{1}{3\,601\,280}$	$\delta e = +0,102 - 0,137\left(\frac{T-1850}{100}\right)$
$\delta\theta = +0,90$		$\delta\pi = -3,0 \quad +15,0\left(\frac{T-1850}{108}\right)$
$\delta i = -0,35$		Obliquité de l'écliptique
$1000\,\delta n = +3,122$		$\delta\omega = +0,986 - 1,085\left(\frac{T-1850}{100}\right)$

Par l'application de ces corrections, les observations de Vesta faites de 1807 à 1904 sont ainsi représentées :

	Æ.	Ⓓ.		Æ.	Ⓓ.		Æ.	Ⓓ.		Æ.	Ⓓ.
1807,4	+0″,6	−1″,7	1835,0	+0″,5	+1″,3	1858,3	−0″,9	−0″,4	1881,9	−0″,4	−1″,1
1808,7	−1,0	−0,3	1836,2	−0,1	+0,2	1859,9	−0,2	+0,2	1883,2	0,0	+0,3
1810,1	+2,0	−0,7	1837,8	−0,4	+0,3	1861,1	+1,3	−0,2	1884,7	+0,2	+0,2
1811,4[a]	−3,8	−1,9	1839,0	+0,1	−0,6	1862,5	−0,1	−0,9	1886,0	+0,5	−0,8
1812,8	−0,8	+0,3	1840,4	−0,6	−0,3	1863,9	0,0	−0,5	1887,3	−0,3	+0,2
1814,1	−1,3	+1,7	1841,9	+0,1	+0,2	1865,3	+1,3	+0,7	1888,8	−0,1	0,0
1815,6[b]	−4,8	+0,1	1843,2	−1,1	−0,9	1866,7	+0,9	+0,7	1890,1	−0,4	−0,3
1816,9	−1,1	+2,3	1844,6	−0,9	+1,0	1868,0	−0,7	−0,5	1891,5	−1,0	0,0
1818,3	−1,8	−0,2	1845,9	0,0	+0,7	1869,4	+0,9	+0,6	1893,0	0,0	−0,5
1819,7	−1,7	−0,9	1847,3	+0,6	+0,2	1870,8	+0,6	−1,0	1894,2	−1,2	−0,2
1822,5[c]	+5,4	+1,4	1848,8	−1,5	−0,4	1872,1	−0,2	−0,2	1895,7	−0,6	+0,1
1823,9	−2,0	−1,4	1850,2	−1,1	+0,1	1873,6	+0,3	−0,1	1897,1	+0,6	−0,2
1825,2	+0,2	+0,2	1851,4	−1,0	−0,8	1874,9	0,0	−0,8	1898,4	+0,6	+0,4
1826,6[d]	+5,7	+3,3	1852,9	0,0	−0,4	1876,3	+0,6	0,0	1899,9	+0,7	+0,2
1830,8	+1,1	+3,1	1854,2	+0,5	+0,5	1877,8[e]	+2,4	+1,0	1901,2	+1,8	−0,8
1832,2	+1,0	−1,9	1855,7	−0,2	−0,2	1879,1	−0,2	−0,7	1902,7[g]	+2,6	−0,8
1833,6	+1,4	+2,7	1857,0	+0,3	−0,1	1880,4[f]	−2,1	−1,7	1904,0	+1,2	−0,2

Distances polaires : [a] 103°; [b] 113°; [c] 109°; [d] 111°; [e] 105°; [f] 106°; [g] 116°.

Si l'on groupe de 10 en 10 ans les différences (O. — C.) en ascension droite, on trouvera, suivant que les signes sont ou ne sont pas pris en considération, pour les corrections moyennes et les écarts moyens les valeurs suivantes :

	Écarts moyens.	Corrections moyennes.		Écarts moyens.	Corrections moyennes.
1807-1817	1″,9	−1″,3	1864-1874	0″,6	+0″,4
1818-1827	2,8	+1,0	1875-1885	0,7	+0,1
1831-1840	0,7	+0,4	1886-1896	0,5	−0,4
1842-1851	0,8	−0,6	1897-1904	1,3	+1,3
1853-1862	0,4	+0,1			

D'où

1807-1904. { Écarts moyens............. 1″,1
Corrections moyennes...... +0,1

La discussion des observations du Soleil faites à Greenwich et à Paris pendant les années 1899 à 1903 nous permet d'établir le Tableau ci-dessous des différences entre les positions observées du Soleil et celles fournies par les Tables de Le Verrier, de Newcomb et les résultats ci-dessus :

1899-1903.	Longitudes (Obs. — Calcul).			Obliquité de l'écliptique (O. — C.).		
	Le Verrier.	Newcomb.	Leveau.	Le Verrier.	Newcomb.	Leveau.
Greenwich	−1″,06	−0″,59	−1″,68	+0″,45	+0″,21	+0″,01
Paris	+0,21	+0,68	−0,41	+0,36	+0,12	−0,08

L'exposé complet de ce travail sera imprimé dans un des prochains Volumes des *Annales de l'Observatoire de Paris*.

Il nous reste maintenant à rechercher quels faibles changements, par suite de ces corrections et de l'introduction des perturbations dépendantes du produit des masses de Jupiter et Mars, devront être apportés à mes Tables de Vesta publiées dans le Tome XXII des *Annales de l'Observatoire*.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure sur le disque du Soleil, faite avec l'équatorial de Gautier* ($0^m,40$) *à l'Observatoire national d'Athènes*. Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. G. Bigourdan.

Le passage de Mercure sur le disque du Soleil, entièrement observable à Athènes dans les meilleures conditions, n'a pas été, malheureusement, favorisé par le temps; le ciel était parsemé de circus et de cumulus, et l'air, en général, fort troublé. Cet état atmosphérique rend les images du Soleil et de Mercure excessivement ondulantes et mal définies; par conséquent les mesures précises sont impossibles.

Le disque de Mercure est bien noir et uniforme depuis le centre jusqu'aux bords; il est sans doute sensiblement plus noir que le noyau des taches, observées en même temps sur le disque solaire. La variation de teinte que j'ai remarquée pendant le passage de 1891 (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 1188), je ne la vois en aucun moment, actuellement.

Mercure me paraît parfaitement rond; pendant toute la durée de l'observation je n'ai pas remarqué d'aplatissement sensible; d'ailleurs, les grandes ondulations de son image ne permettent pas de mesures micrométriques précises et plus concluantes.

Pendant le passage de 1891, j'ai observé un anneau brillant, *très nettement,* autour du disque de Mercure; je n'en vois pas de trace cette fois. Cet anneau était sensiblement plus lumineux que les régions avoisinantes du disque solaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'ordre de la fonction entière* D(λ) *de Fredholm*. Note de M. **T. Lalesco**, présentée par M. E. Picard.

Dans les applications de l'équation homogène de Fredholm, c'est l'infinité dénombrable des *fonctions singulières* correspondant aux racines de la fonction entière D(λ) qui intervient dans la résolution de ses applications.

Cette infinité pouvant, dans certains cas, se réduire même à zéro, comme le montre l'exemple de l'équation de Volterra, qui peut être envisagée comme une équation de Fredholm et pour laquelle $D(\lambda) = 1$, il est utile de trouver des conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il n'en soit pas ainsi.

Le meilleur renseignement sur la densité des zéros d'une fonction entière est donné par son ordre. A ce sujet, on peut démontrer le résultat suivant :

Étant donnée l'équation de Fredholm

$$\varphi(x) + \lambda \int_a^b f(x, s)\, \varphi(s)\, ds = F(x),$$

si la fonction $f(x, s)$ est quelconque et bornée dans l'intervalle ab, l'ordre de la fonction entière $D(\lambda)$ en λ est au plus égal à deux. Pour que la fonction $D(\lambda)$ n'ait aucune racine, il faut et il suffit que

$$k_n = 0,$$

pour $n > 2$, en posant

$$k_1 = \int_a^b f(s_1 s_1)\, ds_1 \qquad \text{et} \qquad k_n = \int_{(n)a}^b f(s_1 s_2) f(s_2 s_3) \ldots f(s_n s_1)\, d(s_1 s_2 \ldots s_n),$$

$$k_2 = \int_{(2)a}^b f(s_1 s_2) f(s_2 s_1)\, d(s_1 s_2).$$

Un théorème démontré par M. E. Schmidt, à l'aide d'un algorithme dû à Schwarz, sur l'existence d'une racine au moins de $D(\lambda)$ dans le cas du noyau symétrique est une conséquence immédiate du résultat précédent.

Il peut être étendu à des noyaux bornés quelconques pouvant présenter, dans le carré (ab, ab), un nombre *fini* de discontinuités quelconques et y gardant le même signe. Un grand nombre de noyaux rentrent dans cette dernière catégorie ([1]).

Si la fonction $f(x, s)$ est dérivable en s, ou seulement satisfait à la condition de Lipschitz par rapport à cette variable dans le carré défini précédemment, l'ordre de la fonction $D(\lambda)$ est plus petit que 1.

Dans ce cas, la fonction $D(\lambda)$ aura donc une infinité de racines dans le cas général, c'est-à-dire si elle ne se réduit pas à un polynome.

([1]) Voir, par exemple, ma Note : *Sur les solutions périodiques des équations différentielles linéaires* (*Comptes rendus*, mars 1907).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points de la théorie des fonctions fondamentales relatives à certaines équations intégrales.* Note de M. **Bryon Heywood**, présentée par M. Émile Picard.

La Note suivante s'applique à toute fonction, $K(s,t)$, réelle ou complexe, qui puisse servir comme noyau d'une équation fonctionnelle de Fredholm, et à tout chemin d'intégration.

Soient $K_1(s,t)$, $K_2(s,t)$ deux noyaux *orthogonaux*, c'est-à-dire qui satisfont aux équations

$$\int K_1(s,\tau)\,K_2(\tau,t)\,d\tau = \int K_1(\tau,t)\,K_2(s,\tau)\,d\tau = 0.$$

1° Le déterminant de $K(s,t) = K_1(s,t) + K_2(s,t)$ est le produit des déterminants de $K_1(s,t)$ et de $K_2(s,t)$.

2° Les solutions de l'équation sans second membre

$$\varphi(s) + \alpha \int K(s,t)\,\varphi(t)\,dt = 0$$

se composent de l'ensemble de toutes les solutions des deux équations

$$\varphi_1(s) + \beta \int K_1(s,t)\,\varphi_1(t)\,dt = 0,$$

$$\varphi_2(s) + \gamma \int K_2(s,t)\,\varphi_2(t)\,dt = 0.$$

Soit maintenant $K(s,t)$ un noyau quelconque, dont la résolvante est $K(s,t,\lambda)$. Au voisinage d'une constante caractéristique λ_1, on a

$$\begin{aligned} K(s,t,\lambda) &= \frac{\varphi_r(s,t)}{(\lambda_1-\lambda)^r} + \frac{\varphi_{r-1}(s,t)}{(\lambda_1-\lambda)^{r-1}} + \ldots + \frac{\varphi_1(s,t)}{(\lambda_1-\lambda)} + \varphi_0(s,t,\lambda) \\ &= \chi_1(s,t,\lambda) + \varphi_0(s,t,\lambda). \end{aligned}$$

J'appelle la fonction $\chi_1(s,t,\lambda)$ *la partie fondamentale de* $K(s,t,\lambda)$ *relative à* λ_1. La partie correspondante de $K(s,t)$ est

$$\chi_1(s,t) = \frac{\varphi_r(s,t)}{\lambda_1^r} + \frac{\varphi_{r-1}(s,t)}{\lambda_1^{r-1}} + \ldots + \frac{\varphi_1(s,t)}{\lambda_1}.$$

Je trouve les résultats suivants :

3° Les parties fondamentales du noyau relatives à deux constantes caractéristiques sont orthogonales.

4° Si p représente le degré de multiplicité du zéro λ_1, du déterminant $D(\lambda)$, et si q représente le nombre de solutions indépendantes de l'équation de Fredholm sans second membre pour $\lambda = \lambda_1$, on a

$$r + q \leqq p + 1.$$

5° La fonction $\varphi_1(s, t)$ s'exprime ainsi :

$$\varphi_1(s, t) = \Sigma_1^p \varphi_\mu(s)\psi_\mu(t).$$

Les fonctions

$$\varphi_1(s), \quad \varphi_2(s), \quad \ldots, \quad \varphi_p(s),$$
$$\psi_1(t), \quad \psi_2(t), \quad \ldots, \quad \psi_p(t)$$

constituent un *système biorthogonal*, c'est-à-dire, on a

$$\int \varphi_\mu(s)\psi_\nu(s)\, ds = 0 \quad \text{si} \quad \mu \neq \nu, \quad = 1 \quad \text{si} \quad \mu = \nu.$$

Je les appelle *fonctions fondamentales*.

Les fonctions fondamentales relatives à l'ensemble des constantes caractéristiques forment un même système biorthogonal.

6° Les fonctions $\varphi_2(s, t)$, $\varphi_3(s, t)$, $\ldots$, $\varphi_r(s, t)$ sont des fonctions linéaires des $\varphi_\mu(s)$ et des $\psi_\nu(t)$.

Si l'on écrit

$$\chi(s, t) = \Sigma_{\mu, \nu}^{1, p} \alpha_{\mu\nu}\varphi_\mu(s)\psi_\nu(t),$$

le déterminant $\| \alpha_{\mu\nu} \|$ est égal à l'unité.

7° Les q solutions de l'équation de Fredholm sans second membre pour $\lambda = \lambda_1$ sont des fonctions linéaires de $\varphi_1(s)$, $\varphi_2(s)$, $\ldots$, $\varphi_p(s)$ (¹).

8° Les fonctions fondamentales sont continues, pourvu qu'il se trouve une fonction continue parmi les noyaux réitérés.

M. Hilbert définit le *noyau fermé* dans le cas symétrique par la condition suivante :

Il n'existe pas une fonction continue, $f(s)$, telle que l'intégrale

$$\int K(s, t) f(t)\, dt$$

soit identiquement nulle.

(¹) Quelques-uns des résultats précédents ont été communiqués à l'Académie par M. Goursat dans les séances des 21 octobre et 4 novembre derniers, mais je dois déclarer que M. Heywood m'avait à la fin du mois de juin remis son Mémoire, que diverses circonstances m'ont empêché de lire. (Note de M. Émile Picard.)

Dans le cas asymétrique nous pouvons prendre la même condition pour définir un *noyau fermé par rapport à t*.

Et de même nous pouvons dire que le système biorthogonal

$$\varphi_1(s), \quad \varphi_2(s), \quad \ldots, \quad \varphi_n(s), \quad \ldots,$$
$$\psi_1(t), \quad \psi_2(t), \quad \ldots, \quad \psi_n(t), \quad \ldots$$

est fermé par rapport à t, lorsqu'il n'existe pas une fonction continue $f(t)$, telle que, pour toute valeur de n, on ait

$$\int \psi_n(t) f(t)\, dt = 0.$$

Avec ces définitions, je peux énoncer les propositions suivantes :

9° Si le système biorthogonal d'un noyau est fermé par rapport à t, le noyau est aussi fermé par rapport à t;

10° Un noyau symétrique, réel, fermé a un nombre infini de constantes caractéristiques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points irréguliers des séries convergentes de fonctions analytiques*. Note de M. **P. Montel**, présentée par M. P. Painlevé.

Lorsqu'une suite de fonctions $f_n(z)$, holomorphes dans un domaine D à connexion quelconque, converge vers une fonction limite F(z), cette fonction F(z) est formée, en général, par la réunion d'une infinité dénombrable de fonctions analytiques de z dont chacune coïncide avec F(z) dans un domaine intérieur à D. La convergence de la suite est uniforme, sauf, peut-être, autour de certains points, appelés *irréguliers*, qui constituent un ensemble parfait, non dense, continu et d'un seul tenant avec la frontière de D [1].

Ces points irréguliers possèdent, par rapport à la famille des fonctions $f_n(z)$, des propriétés qui s'énoncent de la même manière que certaines propriétés des points essentiels isolés des fonctions analytiques. Leur rôle est fondamental dans l'étude de la convergence des séries de fonctions de variables complexes. M. Pierre Boutroux les a rencontrés dans ses re-

---

[1] *Sur les suites infinies de fonctions* (*Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, juillet 1907).

cherches sur les fonctions multiformes à une infinité de branches et leurs fonctions limites (1); ces points, qu'il appelle points limites des points d'intersection des branches de la fonction multiforme, sont ceux où la fonction limite peut présenter des singularités.

J'ai démontré (2) que, dans le voisinage d'un point irrégulier z_0, il y a une infinité de fonctions $f_n(z)$ qui s'approchent autant qu'on le veut, en argument et en module, d'une valeur arbitraire a, finie ou infinie; d'une manière plus précise, il y a des valeurs de z, aussi voisines qu'on le veut de z_0, et des valeurs de n, aussi grandes qu'on le veut, pour lesquelles $|f_n(z) - a|$ $\left(\text{ou } \frac{1}{|f_n|}, \text{ si } a = \infty\right)$ est inférieur à ε arbitrairement petit ou pour lesquelles l'argument de $f_n(z) - a$ diffère de moins de ε d'une valeur quelconque. Voici maintenant quelques propriétés nouvelles :

Si z_0 est un point irrégulier, les équations

$$f_n(z) = a$$

ont une infinité (3) de racines dans le voisinage de z_0, pour toute valeur finie de a, sauf, peut-être, pour une valeur exceptionnelle; en d'autres termes : *s'il existe deux nombres a et b tels que les équations*

$$\text{(I)} \qquad f_n(z) = a, \qquad f_n(z) = b$$

aient un nombre fini (4) de racines autour d'un point z_0, ce point est régulier.

Dans ce cas, les équations

$$f_n(z) = \mathrm{F}(z_0)$$

ont seules une infinité de racines dans le voisinage de z_0.

S'il existe deux nombres a et b tels que les équations (I) *aient, autour de z_0, et pour chaque valeur de n, un nombre de racines qui reste borné quel que soit n, le point z_0 est régulier.*

D'ailleurs, si le nombre des racines reste borné pour l'une des équations

(1) P. Boutroux, *Sur les fonctions limites des fonctions multiformes* (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. XXIV, 2e sem. 1907).

(2) *Loc. cit.*

(3) Il faut entendre par là que le nombre des racines de $f_n(z) = a$ voisines de z_0 croît indéfiniment avec n.

(4) Il faut entendre par là que le nombre de ces racines reste inférieur à un nombre fixe.

et augmente indéfiniment avec n pour l'autre, le point z_0 peut être irrégulier.

On peut, dans les propositions précédentes, remplacer a et b par des polynomes ou des fonctions holomorphes quelconques. Autour d'un point irrégulier z_0, les équations

$$f_n = \varphi(z),$$

où $\varphi(z)$ est une fonction holomorphe en z_0 et arbitraire, ont une infinité de racines, sauf, peut-être, pour une fonction $\varphi(z)$ exceptionnelle.

Si l'on prend pour $\varphi(z)$ une des fonctions $f_k(z)$ de la suite, on voit qu'un point irrégulier z_0 est un point limite des points d'intersection de f_k avec les autres f_n. Réciproquement, si z_0 est un point limite des points d'intersection des f_n avec deux fonctions f_h et f_k, c'est un point irrégulier.

Prenons comme exemple une série de Taylor dont D est le cercle de convergence et soit $f_n(z)$ la somme des n premiers termes de la série. Autour de chaque point z_0 de la circonférence, les équations $f_n(z) = a$ ont, quel que soit a (sauf, peut-être, pour une valeur exceptionnelle unique) une infinité de racines, le nombre des racines de chaque équation croissant indéfiniment avec n. S'il y a une infinité de $f_n(z)$ qui possèdent deux valeurs exceptionnelles, le point z_0 n'est pas singulier et la fonction peut être prolongée au delà de z_0 et représentée dans le nouveau domaine par une série obtenue en groupant convenablement des termes consécutifs de la série de Taylor. Cette remarque résulte du théorème suivant :

Si, d'une suite convergente de fonctions holomorphes, on peut extraire une suite nouvelle, ayant en z_0 deux valeurs exceptionnelles, la fonction limite est holomorphe en z_0.

Les propriétés précédentes demeurent vraies pour des séries de fonctions analytiques à un nombre quelconque de variables. On en déduit, en particulier, la proposition suivante, dont une partie a déjà été établie par M. Vitali, dans le cas d'une seule variable, au moyen de la fonction modulaire [1] : Si des fonctions, holomorphes dans un domaine D où elles ne prennent ni la valeur 0, ni la valeur 1, convergent à l'intérieur de D vers une fonction $F(z)$, la convergence est uniforme et, par conséquent, $F(z)$ est holomorphe.

Les résultats énoncés dans cette Note peuvent être étendus à des fonctions harmoniques d'un nombre quelconque de variables.

---

(1) G. Vitali, *Sopra le serie di funzioni analitiche* (*Annali di Matematica*, 3e série, t. X, p. 65).

On déduit de ce qui précède qu'une famille de fonctions analytiques ou harmoniques, d'un nombre quelconque de variables, ne prenant dans un domaine où elles sont continues, ni la valeur 0, ni la valeur 1, est une famille également continue : de toute suite infinie de ces fonctions, on peut extraire une suite nouvelle convergeant uniformément vers une fonction limite; toute suite infinie, convergente, converge uniformément.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques propriétés des intégrales passant par un point singulier d'une équation différentielle.* Note de M. **H. Dulac**, présentée par M. P. Painlevé.

Lorsqu'on étudie les intégrales $y(x)$ de l'équation

$$(x+\ldots)\,dy+(\lambda y+\ldots)\,dx=0 \qquad (1)$$

qui tendent vers 0 avec x, on reconnaît facilement que, dans beaucoup de cas, suivant la façon dont x tend vers 0, le rapport $t=y:x$ tend ou non vers une limite. Il y a lieu de se demander s'il en est de même pour l'équation

$$[Y_n(x,y)+\ldots]\,dy+[X_n(x,y)+\ldots]\,dx=0 \qquad (2)$$

où, dans les expressions entre crochets, qui sont des séries entières en x et y, nous mettons en évidence les termes de degré minimum n. Cette question présente d'autant plus d'intérêt que, dès que n est supérieur à 1, on ne connaît pas, en général, de relation donnant, dans le voisinage de $x=y=0$, l'intégrale générale de (2) et que, alors même qu'on connaît une pareille relation, elle met difficilement en évidence les propriétés des intégrales. De plus, les méthodes habituellement employées dans l'étude des intégrales de (2) pour lesquelles y tend vers 0 avec x considèrent exclusivement les intégrales pour lesquelles t tend vers une limite. Il est donc naturel de se demander si l'on obtient ainsi toutes les intégrales. Il n'en est rien : *en général, il y a une infinité d'intégrales telles que, x tendant vers 0 d'une façon convenable, y tende vers 0, tandis que t ne tend vers aucune limite finie ou infinie* (1).

(1) Ceci est bien connu dans des cas particuliers. Par exemple, l'équation

$$y'=\frac{y}{x}\left(1+\frac{i}{x}\right)$$

Nous examinerons uniquement le cas où l'intégrale générale de l'équation

$$Y_n(x, y)\,dy + X_n(x, y)\,dx = 0$$

obtenue en ne considérant dans (2) que les termes de moindre degré, se met sous la forme

$$\prod_{i=1}^{i=p}(y + a_i x)^{\mu_i} = \text{const.},$$

les a et les μ étant des constantes. Ce cas est le cas général qui se présente si X_n et Y_n sont quelconques; on a alors $p = n + 1$. En prenant $p < n + 1$, on peut considérer quelques cas particuliers où X_n et Y_n admettent des facteurs communs. Si $x = y = 0$ est un point dicritique, on a

$$\mu_1 + \mu_2 + \ldots + \mu_p = 0;$$

dans tous les autres cas, on peut supposer, comme nous le ferons, cette somme égale à 1.

Nous nous servirons des deux formes suivantes que, dans certains cas particuliers, peut prendre l'intégrale générale de l'équation (2),

$$(h) \qquad e^{h(x,y)}\prod_{i=1}^{i=q}[y + \varphi_i(x)]^{\lambda_i} = \text{const.},$$

$$(\mathrm{L}) \qquad x\prod_{i=1}^{i=p-}(t + a_i)^{\mu_i}[1 + x\mathrm{L}_1 + x^2\mathrm{L}_2 + \ldots] = \text{const.}$$

Dans (L) nous supposerons que L_1, L_2, ... sont des *fonctions rationnelles de* t. Dans (h) les φ_i sont des fonctions de x holomorphes et nulles pour $x = 0$; $h(x, y)$ est une série entière en x et y. Le nombre q est, en général, égal à $n + 1$, mais il peut être plus grand ou plus petit. Lorsque la somme des exposants λ n'est pas nulle, nous pourrons, comme nous le ferons, la supposer égale à 1. Nous n'aurons besoin, sauf avis contraire, que de supposer l'existence formelle des développements (h) et (L) sans supposer leur convergence. Entre ces deux formes d'intégrales, on a les relations suivantes : si (h) existe et que $x = y = 0$ ne soit pas un point dicritique,

---

a comme intégrale

$$y = \mathrm{C}xe^{\frac{1}{ix}};$$

quand x tend vers zéro par valeurs réelles, y tend vers zéro et $\dfrac{y}{x}$ est indéterminé.

(L) existe; si (L) existe, si $xY_n + yX_n$ n'admet pas de facteur multiple et si aucun des exposants μ n'est rationnel et négatif, (h) existe.

Pour plus de netteté, lorsque nous considérerons les valeurs d'une intégrale y pour des valeurs de x tendant vers o, suivant un chemin déterminé (pouvant tourner une infinité de fois autour de $x = 0$), nous dirons que nous considérons une *caractéristique*. Les théorèmes suivants se rapportent exclusivement aux caractéristiques pour lesquelles y tend vers o avec x.

1° Si, comme c'est le cas général, l'équation n'admet pas d'intégrale de la forme (L), il y a une infinité de caractéristiques pour lesquelles t ne tend vers aucune limite;

2° Si l'équation admet $x = y = 0$ comme point dicritique, ou si elle admet une intégrale de la forme (h), la somme des exposants λ étant nulle, t tend toujours vers une limite;

3° Si l'équation admet une intégrale de la forme (h), si la somme des exposants λ n'est pas nulle et si les exposants μ ne sont pas tous réels, il y a une infinité de caractéristiques pour lesquelles t ne tend vers aucune limite;

4° Si, les deux premières hypothèses de 3° subsistant, on suppose que les μ sont tous réels, tandis que les λ ne le sont pas tous, la conclusion de 3°, bien que vraisemblable, reste douteuse. On peut généraliser 2° et 3° en disant : il existe au moins un polynome P (x), de degré $r - 1$ au plus, tel que, si l'on considère le rapport $v = [y - P(x)] : x^r$, il soit facile de reconnaître si v tend toujours vers une limite ou s'il y a une infinité de caractéristiques pour lesquelles v ne tend vers aucune limite;

5° Si l'équation admet une intégrale (h), si les λ sont tous réels et ne sont pas tous positifs, t tend toujours vers une limite. Si les λ sont tous positifs, cette conclusion est douteuse, si $h(x, y)$ n'est pas convergent;

6° La non-existence d'une limite, vers laquelle tende le rapport t, n'est pas la seule singularité que puissent présenter les caractéristiques. En particulier, si les hypothèses de 3° sont vérifiées, il existe une infinité de caractéristiques telles que, ε étant un nombre positif aussi petit que l'on veut, $y : x$ tend vers o, tandis que $y : x^{1+\varepsilon}$ croît indéfiniment; il y a une infinité de caractéristiques telles que $y : x$ croisse indéfiniment, tandis que $y : x^{1-\varepsilon}$ tend vers o.

Au lieu d'étudier $y : x$, on peut étudier, par les procédés employés, le rapport $y : x^\nu$. Il est cependant nécessaire, dans le cas où ν est irrationnel, d'établir certains lemmes préliminaires.

PHYSIQUE. — *Sur la dispersion rotatoire magnétique des cristaux aux environs des bandes d'absorption.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

On a vu, dans une Note récente (¹), que l'étude de la dispersion anomale aux environs de quelques bandes d'absorption de la tysonite a permis de calculer les *constantes diélectriques* correspondant aux électrons isolants qui produisent ces bandes. La connaissance, d'une part, de ces constantes diélectriques et, d'autre part, du rapport de la charge à la masse des électrons, a conduit à une évaluation de la *charge totale* et de la *masse totale*, par unité de volume, des diverses espèces d'électrons absorbants.

Je me propose de montrer que la mesure des variations du pouvoir rotatoire magnétique, à l'intérieur des bandes sensibles à l'action d'un champ magnétique, permet de calculer, d'une autre manière, les constantes diélectriques (²). Les résultats obtenus par l'une et par l'autre méthode présentent, comme nous le verrons, une concordance remarquable.

Des expériences précédemment décrites ont démontré que, dans les cristaux, il existe une liaison entre la dispersion rotatoire magnétique auprès des bandes et les modifications subies par ces bandes dans un champ magnétique. Les résultats sont, au point de vue du sens des phénomènes, entièrement conformes à la théorie que M. W. Voigt (³) a développée; cette théorie avait déjà expliqué le pouvoir rotatoire magnétique des vapeurs aux environs des raies d'absorption présentant l'effet Zeeman.

La variation χ_h du pouvoir rotatoire, produite par l'effet d'une bande, au milieu de cette bande, est exprimée par la formule suivante :

$$\chi_h = -\varepsilon_h \frac{l c_h \mathrm{R}}{2 v n (c_h^2 \mathrm{R}^2 + \vartheta_h'^2)}; \qquad (1)$$

ε_h est la constante diélectrique des électrons h ; l désigne l'épaisseur de la substance, n l'indice, v la vitesse de la lumière ; ϑ'_h est un paramètre relatif à la largeur de la bande h ; enfin $2\pi c_h \mathrm{R}$ représente la différence des périodes

(¹) *Comptes rendus*, 11 novembre 1907.

(²) M. Hallo a appliqué cette méthode au calcul des constantes relatives aux raies D. (*Arch. Néerl.*, 2ᵉ série, t. X, 1905, p. 148).

(³) W. Voigt, *Wied. Ann.*, t. LXVII, 1899, p. 345 et *Ann. de Phys.*, t. VI, 1901, p. 784; t. VIII, 1902, p. 872.—Jean Becquerel, *Le Radium*, t. IV, février et mars 1907.

des composantes correspondant, dans le champ R, à deux vibrations circulaires inverses.

Les perturbations produites par les bandes ont été observées par une méthode précédemment décrite (*Comptes rendus*, 21 mai 1906 et 25 mars 1907), au moyen d'un compensateur de Babinet placé entre deux nicols et précédé d'une lame quart d'onde. Les dislocations de la frange noire obtenue dans le spectre permettent de mesurer la différence de marche de deux vibrations circulaires inverses et d'évaluer, au milieu d'une bande d'absorption, l'effet propre de cette bande.

La frange noire au milieu des bandes s'observe seulement lorsque l'absorption n'est pas trop grande. Avec la tysonite je n'ai pu faire de mesures assez précises que pour la bande $523^{\mu\mu},5$, et j'ai employé à la température ordinaire une lame de $1^{mm},67$ et à la température de l'air liquide (la bande devenant extrêmement intense) une lame de $0^{mm},31$.

La dislocation de la frange à l'intérieur de la bande $523^{\mu\mu},5$ correspond à une rotation de $5^{\circ}58'$ (moy. 10 mesures) à la température de 17° (lame de $1^{mm},67$), et de $8^{\circ}45'$ (10 mesures) à la température de -188° (lame de $0^{mm},31$).

En appliquant la formule (1) (ϑ' et cR ayant été précédemment mesurés), on trouve $\varepsilon_{17^{\circ}} = 0,66.10^{-7}$ et $\varepsilon_{-188^{\circ}} = 1,64.10^{-7}$.

La concordance entre ces valeurs et les nombres obtenus par la mesure de la dispersion ($\varepsilon_{25^{\circ}} = 0,71.10^{-7}$, $\varepsilon_{-188^{\circ}} = 1,53.10^{-7}$) est tout à fait satisfaisante. L'écart peut être attribué aux erreurs d'expérience, surtout dans la mesure du pouvoir rotatoire.

Ce résultat montre que la théorie de M. Voigt rend compte de l'influence d'une bande d'absorption, non seulement au point de vue du sens, mais encore au point de vue de la grandeur du phénomène. On peut donc penser que *la dispersion rotatoire aux environs des bandes est due entièrement à l'effet simultané de la dispersion anomale et de la séparation des bandes en deux composantes correspondant à des vibrations circulaires de sens opposés.*

Dans le xénotime, il existe une bande ($522^{\mu\mu},15$) fine, très sensible à l'action d'un champ magnétique, pour laquelle la mesure du pouvoir rotatoire peut se faire avec plus de précision. L'épaisseur de la lame employée étant $0^{mm},80$, les résultats relatifs à cette bande sont les suivants :

	R.	χ.	ε.	$\frac{e}{m}$.	Ne.	Nm.	N.
Température 20°.....	14,100	0,2204 (12°37′)	$5,43.10^{-8}$	$1,656.10^{8}$	$3,78.10^{-7}$	$2,28.10^{-15}$	$3,34.10^{13}$
» −188°..	12,300	0,4683 (26°50′)	$9,69.10^{-8}$	$1,656.10^{8}$	$6,74.10^{-7}$	$4,07.10^{-15}$	$5,96.10^{13}$

La méthode magnéto-optique est seule applicable à cette bande, car la présence d'une bande voisine dans le spectre extraordinaire ne permet pas la mesure de la variation de l'indice ordinaire.

Les valeurs trouvées pour ε, Ne, Nm, N sont un peu plus faibles que les nombres obtenus pour les bandes de la tysonite. Nous avons vu précédemment que les valeurs de la charge totale Ne permettent de conclure, ou bien que la charge de l'un des électrons absorbants est inférieure à la charge actuellement considérée comme l'atome d'électricité (10^{-20} U. E. M.), ou bien qu'un petit nombre seulement de molécules contiennent, à un même instant, un électron contribuant à produire une bande particulière.

Les résultats que nous obtenons pour le xénotime confirment ces conclusions.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la réaction du milieu sur la grandeur des granules colloïdaux.* Note de MM. **André Mayer**, **G. Schæffer** et **E. Terroine**, présentée par M. Dastre.

Il n'existe actuellement aucune méthode directe permettant de déterminer la grandeur des granules colloïdaux. Cette grandeur est certainement variable. On peut admettre comme vraisemblable que, dans une solution colloïdale, les granules grossissent : 1° lorsque la solution qui se rapprochait tout d'abord par sa stabilité et ses propriétés des solutions vraies acquiert de plus en plus l'instabilité des solutions colloïdales, et finit par précipiter; 2° lorsqu'en même temps, traversée par un rayon lumineux et examinée latéralement, elle diffuse de plus en plus la lumière; 3° lorsque examinée à l'ultramicroscope elle présente d'abord le passage de l'état de *solution* (ne diffusant pas du tout la lumière) à l'état *amicronique* (dans lequel elle diffuse la lumière sans qu'aucun point lumineux distinct ne soit visible); puis le passage de l'état *amicronique* à l'état *submicroscopique* (dans lequel apparaissent un grand nombre de points lumineux distincts, à peine visibles d'abord, puis de plus en plus brillants et agités de mouvements browniens) et enfin de l'état *submicroscopique* à l'état *microscopique* dans lequel les particules, plus grandes qu'une demi-longueur d'onde, sont visibles au microscope.

En examinant simultanément à ces trois points de vue un grand nombre de solutions colloïdales nous avons pu dégager l'un des facteurs qui influent sur la grandeur des granules colloïdaux : c'est la *réaction* du milieu. Dans

toute une série de cas, l'addition de traces d'alcali à une suspension ultra-microscopique a pour effet d'augmenter la grandeur des granules colloïdaux si la solution est positive, de les diminuer si la solution est négative; et l'addition d'acide produit l'effet inverse.

I. Colloides inorganiques : A. *Métaux préparés par la méthode de Bredig.* — On sait que dans cette préparation des métaux négatifs, or, argent, platine, si l'eau est rendue faiblement alcaline la solution est beaucoup plus stable; par contre, si on l'acidifie, on n'obtient plus qu'un précipité. Nous avons constaté que, pour une certaine dose d'alcali, on peut obtenir des solutions amicroniques. Si alors on ajoute des traces d'acide, de manière par exemple à les rendre de l'ordre de $\frac{N}{25000}$ H Cl, on voit peu à peu apparaître dans la liqueur des grains d'abord à peine visibles, puis submicroscopiques. La solution peut persister dans cet état très longtemps. L'action se produit encore pour des doses plus faibles d'acide, mais beaucoup plus lentement.

B. *Composés inorganiques colloïdaux.* — Ces composés, obtenus par voie chimique, présentent des phénomènes analogues. Le trisulfure d'arsenic amicronique passe à l'état submicroscopique pour l'acidité $\frac{N}{100000}$ H Cl. De même le sulfure de mercure. Inversement les granules submicroscopiques naissent dans la solution d'hydrate ferrique quand on ajoute des traces d'alcali; ils disparaissent par addition d'acide.

II. Colloides organiques. — Un grand nombre de composés organiques sont dans l'eau à l'état de suspension contenant, soit presque exclusivement des granules colloïdaux (amidon, albumine), soit un mélange de molécules en solution vraie et de granules (savons, certaines matières colorantes), soit des granules et des particules microscopiques (certains autres savons, beaucoup de matières colorantes). Ces dernières suspensions présentent d'ailleurs souvent les propriétés de solutions colloïdales véritables (transport électrique, précipitabilité, etc.).

Un très grand nombre de ces solutions colloïdales présentent le phénomène que nous signalons.

Savons. — Les savons, qui présentent les caractères des solutions colloïdales négatives, se troublent et précipitent par addition d'acide, s'éclaircissent par addition d'alcali. A l'ultra-microscope, ces solutions, dialysées ou non, présentent un grand nombre de grains submicroscopiques vibrants qui deviennent microscopiques par addition d'acide et amicroniques quand on alcalinise.

Matières colorantes, indicateurs. — Les mêmes phénomènes d'apparition ou de disparition des granules s'observent sur un grand nombre de matières colorantes, qu'elles constituent des suspensions composées seulement de granules (bleu de toluidine, rose de Magdala positif : granules disparaissant par l'acide, apparaissant si l'on alcalinise) ou de granules et de particules microscopiques (bleu d'aniline saturé à froid,

négatif; granules et particules disparaissent sous l'action de l'alcali). De même, dans certains indicateurs colloïdaux, les granules apparaissent ou disparaissent au moment du virage (rouge Congo, positif devenant bleu en même temps que les grains disparaissent, par addition d'acide; suspension de phtaléine, négative, devenant rouge et limpide sous l'action des alcalis).

Alcaloïdes. — Un grand nombre d'alcaloïdes, comme le sulfate de quinine, mis en suspension ultramicroscopique dans l'eau, présentent des phénomènes analogues.

Amidon. Albumine. — Les empois d'amidon dilués, et les solutions de sérum et d'ovalbumine dialysées, négatifs, deviennent limpides par addition d'alcali, opalescents par addition d'acide. L'ultra-microscope permet d'y suivre la disparition des granules submicroscopiques en alcalinisant, leur apparition en acidifiant.

Émulsions, suspensions, troubles. — Enfin, nous avons observé le même fait en opérant sur des émulsions de lécithine, des suspensions ultra microscopiques de mastics, d'essences, etc.

III. Dialyse. — D'une manière générale, lorsqu'on soumet à la dialyse des solutions colloïdales négatives et contenant un excès d'alcali ou positives et contenant un excès d'acide, il y naît un grand nombre de grains submicroscopiques; parfois ils deviennent microscopiques et se précipitent. C'est le cas pour nombre de matières colorantes, d'albuminoïdes, de complexes colloïdaux organiques.

En résumé, les nombreux exemples que nous venons de donner montrent que, d'une manière très générale, l'addition de traces d'acides à des solutions colloïdales négatives, d'alcalis à des solutions positives, a pour effet d'augmenter la grandeur des granules colloïdaux. L'addition d'alcali aux premières, d'acide aux secondes produit l'effet inverse. La précipitation des solutions colloïdales qui, nous le savons, dépend de la réaction du milieu (Linder et Picton) nous apparaît comme l'aboutissement d'un processus continu marqué d'abord par l'apparition, puis l'augmentation des granules submicroscopiques. Ces variations de grandeur des granules, en rapport avec la réaction du milieu, semblent se produire indépendamment des réactions chimiques concomitantes possibles. Le phénomène que nous signalons permet dans un grand nombre de cas, étant donné le signe électrique d'un corps à l'état de suspension ultra-microscopique, de prévoir quelle réaction il faut donner au milieu pour rapprocher ce corps soit de l'état dissous, soit de l'état insoluble.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau composé de l'uranium, le tétraiodure.* Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. Le Chatelier.

On n'a jusqu'ici isolé aucun iodure d'uranium; on sait seulement, d'après une expérience d'Henri Moissan ([1]), que l'uranium est susceptible de se combiner à l'iode. J'ai préparé le tétraiodure d'uranium anhydre, en tubes scellés vides d'air, dans lesquels, l'iode étant chauffé à 180°, donne de la vapeur qui agit sur la fonte d'uranium chauffée à 500°. Il faut prendre, pour effectuer cette préparation, les précautions que j'ai indiquées dans une Note antérieure ([2]).

Le carbone de la fonte d'uranium est libéré, tandis que l'iodure fondu et, en partie, volatilisé va se solidifier non loin de la portion la plus chaude du tube.

Il se présente en masses fondues cristallines, ou en fines aiguilles noires formant un feutrage dans le tube scellé.

Son point de fusion est voisin de 500° et il est peu volatil entre 500° et 600° dans le vide. Sa densité prise dans la benzine sèche est 5,6 à 15° par rapport à l'eau.

L'analyse de cet iodure d'uranium peut être faite en le plaçant dans une nacelle de platine que l'on chauffe dans un courant d'air sec.

L'iode est recueilli au moyen du dispositif que j'ai décrit pour l'analyse de l'iodure cuivreux ([3]); l'uranium est pesé sous forme d'oxyde vert U^3O^8 ou, après réduction dans l'hydrogène, à l'état d'oxyde noir UO^2.

J'ai trouvé les nombres suivants qui correspondent à la composition du tétraiodure :

	1.		2.		Calculé pour UI^4.
Uranium....	32,2	32	31,8	31,7	32,06
Iode........	67,5	»	67,5	»	67,93

Le tétraiodure d'uranium présente les propriétés chimiques suivantes :

Chauffé dans l'hydrogène, il lui cède peu à peu de l'iode, qui se dégage sous forme d'acide iodhydrique.

Le chlore le décompose déjà à froid, avec dégagement de chaleur; en chauffant un peu, il se sublime du trichlorure d'iode et il reste du chlorure d'uranium noir, fondu, peu volatil.

Chauffé doucement dans l'oxygène sec, il prend feu, perd tout son iode et se transforme en oxyde vert U^3O^8; la même réaction s'observe, à chaud, avec l'air sec.

([1]) Henri Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 1088.
([2]) Marcel Guichard, *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 807.
([3]) Marcel Guichard, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1430.

Ce composé, conservé à la température ordinaire dans de l'air sec, se recouvre de petits cristaux noirs d'iode, et il y a en même temps absorption de l'oxygène de l'air, car si l'on enferme dans un tube, muni d'un manomètre à mercure, de l'iodure d'uranium et de l'air sec, on voit assez rapidement se produire une dépression de plusieurs centimètres de mercure.

On ne peut donc transvaser cet iodure qu'avec précaution, si l'on veut éviter son altération et il ne peut être conservé tout à fait inaltéré que dans le tube où il a pris naissance.

L'air humide agit par son oxygène et par sa vapeur d'eau; un fragment d'iodure, abandonné à l'air, tombe rapidement en déliquescence, et forme un liquide brun qui contient de l'iode libre, et si, après quelques heures, on ajoute un excès d'eau, on obtient une solution jaune qui, chauffée, donne un précipité d'oxyde vert hydraté; il y a eu, à la fois, oxydation et action de l'eau.

Le tétraiodure se dissout aisément dans l'eau, et, en l'absence d'action oxydante, donne une solution verte très acide, précipitable en brun rouge par l'ammoniaque, et en brun noir par le sulfure d'ammonium, comme le sont les sels uraneux.

En résumé, l'iode et l'uranium s'unissent pour former le tétraiodure UI^4, composé extrêmement altérable, qui se rapproche par ses propriétés du tétrachlorure d'uranium.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la synthèse de l'ammoniac par catalyse à partir des éléments*. Note de MM. **Léon Brunel** et **Paul Woog**, présentée par M. Schlœsing fils.

La fixation de l'azote de l'air sous forme d'ammoniac a fait l'objet de travaux nombreux. Les procédés employés peuvent être ramenés à deux : 1° combinaison directe des éléments ; 2° fixation de l'azote à l'état de combinaisons diverses ultérieurement décomposées par l'hydrogène ou un corps hydrogéné. Les recherches dont nous allons exposer les résultats se rattachent à la première méthode : nous avons, en effet, utilisé la catalyse pour combiner l'azote et l'hydrogène.

En 1903, M. Woltereck a breveté un procédé de combinaison directe à haute température de l'azote et de l'hydrogène en présence du fer et de ses oxydes; ce procédé n'a été, à notre connaissance, exposé dans aucun Recueil; d'après le texte du brevet, il est entièrement différent de celui que nous avons étudié.

Les gaz dont nous nous sommes servis ont été préparés de la manière suivante :

L'azote était obtenu en faisant passer très lentement, sur du cuivre chauffé au

rouge, un courant d'air exempt de gaz carbonique ; on s'assurait que le gaz recueilli ne contenait aucune trace d'oxygène. L'hydrogène, fourni par un appareil continu à zinc et à acide chlorhydrique, était purifié au moyen du permanganate de potassium alcalin, du permanganate de potassium acide et du bichromate de potassium additionné d'acide sulfurique, puis dirigé sur du cuivre chauffé. Les gaz, mélangés dans la proportion de 1^{vol} d'azote pour 3^{vol} d'hydrogène, passaient dans du réactif de Nessler pour vérifier l'absence d'ammoniac, dans de l'acide sulfurique et enfin dans un serpentin plongé dans de l'air liquide pour enlever toute trace d'humidité, puis ils étaient envoyés dans un tube contenant le catalyseur. Ce tube était placé dans un bain d'air chauffé électriquement. On recherchait la présence de l'ammoniac, dans le mélange gazeux sortant de l'appareil, au moyen du réactif de Nessler, du papier tournesol et de l'acide chlorhydrique donnant du chlorure d'ammonium.

Dans toutes nos expériences, nous avons rigoureusement vérifié dans les catalyseurs employés l'absence d'ammoniac ou de composés azotés susceptibles de donner de l'ammoniac en présence de l'hydrogène, et nous avons fait la contre-épreuve de tous nos essais.

Nous avons d'abord fait passer, à des températures comprises entre 15° et 350°, le mélange gazeux sur les corps suivants : mélange d'oxydes de thorium et de cérium, écume de mer imprégnée de noir de platine extrêmement divisé, ponce recouverte de palladium, chaux vive, chaux sodée, chlorure de calcium, molybdate de calcium, baryte et strontiane anhydres, bioxyde de manganèse, phosphate d'aluminium, phosphate de magnésium. Avec ces composés, nous n'avons constaté aucune formation d'ammoniac, quelle qu'ait été la vitesse du courant gazeux.

Avec le carbone très divisé, obtenu par décomposition du toluène ou de l'oxyde de carbone par le nickel réduit, on n'a pas obtenu d'ammoniac entre les températures de 170° et 285°. Mais si, dans les mêmes conditions, on remplace dans le mélange gazeux l'azote par de l'air, une certaine quantité de carbone brûle, et la chaleur qui est alors dégagée par cette réaction provoque la formation de petites quantités d'ammoniac.

Nous avons ensuite essayé l'action catalytique de l'oxyde de nickel. On chauffe dans un courant d'air, pour chasser l'eau d'hydratation, de l'oxyde vert de nickel réparti en couche mince sur des fragments de verre dépoli. Le protoxyde noircit et passe à l'état de sesquioxyde. Puis on porte le tube à la température de 180°-200° et l'on y fait passer un mélange d'azote et d'hydrogène. On constate alors la formation d'une très petite quantité d'ammoniac et de vapeur d'eau ; cette réaction est fugitive. Nous pensons que cette formation d'ammoniac est due à l'énergie dégagée par la réduction du sesquioxyde qui passe à l'état de protoxyde. Nous avons alors introduit dans le tube un mélange d'air et d'hydrogène, ce dernier pris en excès ; l'oxyde de nickel se réduisait et s'oxydait alternativement en donnant de la vapeur d'eau et en dégageant

une grande quantité de chaleur capable d'amener l'oxyde à l'incandescence à l'entrée du tube, c'est-à-dire là où s'effectue la réaction.

L'énergie libérée dans ces transformations provoque la formation continue d'une petite quantité d'ammoniac. Si l'on arrive à l'incandescence, on ne recueille plus d'ammoniac, celui-ci étant brûlé dès sa production. Il est donc de toute nécessité de modérer la réaction. En variant la température du bain d'air autour du catalyseur, la proportion relative des gaz et leur vitesse, on n'est pas arrivé à empêcher l'élévation nuisible de la température du catalyseur. Mais en mettant ce dernier en suspension dans un liquide non susceptible de réagir et bouillant à la température où se forme l'ammoniac, l'excès de chaleur dégagée par la réaction se trouve alors absorbé par la vaporisation du liquide. Du pétrole bouillant vers 200°-240° a fourni de bons résultats et a permis d'obtenir une formation régulière d'ammoniac. On a opéré dans un appareil distillatoire surmonté d'un réfrigérant ascendant maintenu à 100°. Les vapeurs dont on a constaté l'alcalinité ont été recueillies dans de l'eau qui fut trouvée alcaline, et précipitant abondamment le réactif de Nessler. On a fait également passer le mélange gazeux dans de l'acide chlorhydrique; après décantation du pétrole entraîné, on a évaporé la solution de chlorure d'ammonium et l'on a caractérisé le sel cristallisé par le précipité obtenu au moyen du réactif de Nessler et par la formation du chloroplatinate d'ammonium; ce sel d'ailleurs a été identifié au microscope. L'expérience a été prolongée pendant 3 jours, et la quantité d'ammoniac formée à la fin était sensiblement la même que celle produite au commencement.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une méthode permettant de doser de très petites quantités de zinc.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Maurice Javillier**, présentée par M. L. Maquenne.

Nous avons indiqué antérieurement [1] une méthode de précipitation du zinc basée sur la production de zincate de calcium.

Cette méthode, extrêmement sensible, permet de séparer et de caractériser ensuite par ses réactions habituelles, jusqu'à $0^{mg},1$ de zinc dans $0^{l},5$ de solution, c'est-à-dire jusqu'à une dilution de $\frac{1}{5\,000\,000}$.

Nous l'avons encore perfectionnée. Nous sommes arrivés, au point de vue de la sensibilité, à précipiter le zinc dans la proportion de $0^{mg},1$ dans 3^{l} de solution, soit à une dilution de $\frac{1}{30\,000\,000}$ et nous l'avons ensuite caractérisé à la fois par l'hydrogène sulfuré et le ferrocyanure de potassium. Au point de vue de l'exactitude nous avons atteint des résultats qui, eu égard aux très petites quantités de métal, sont pour ainsi dire absolus.

Nos expériences primitives avaient été réalisées sur des solutions de zinc

[1] *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 900.

exemptes de substances étrangères; nous nous proposons aujourd'hui de décrire la marche à suivre pour appliquer cette méthode au dosage du zinc en présence des divers corps avec lesquels il pourrait se trouver.

Soit, comme nous l'avons expérimenté, un mélange très complexe renfermant les corps suivants : Sn, Sb, As, Cu, Cd, Co, Pb, Ag, Fe, Mn, Zn, Al, Ba, Ca, Mg, Na, K, à l'état de carbonates, chlorures, sulfates, nitrates, phosphates, silicates et sulfures.

Après avoir traité le mélange par l'eau régale, puis évaporé à sec, on reprend par l'acide chlorhydrique étendu et l'on précipite par l'hydrogène sulfuré. On fait bouillir le liquide filtré pour chasser l'excès de gaz, puis on le verse dans une solution d'ammoniaque pure employée en quantité telle que le mélange final renferme de 4 à 5 pour 100 de NH^3 libre, soit de 20 à 25 pour 100 de la solution ammoniacale saturée; on ajoute de l'eau oxygénée pour peroxyder le manganèse ([1]) et assurer sa précipitation, puis on filtre.

On redissout le précipité dans l'acide chlorhydrique concentré; on recommence la précipitation par NH^3 et H^2O^2; on renouvelle même encore une fois cette série d'opérations.

Les liqueurs ammoniacales réunies renferment la totalité du zinc; on les porte à l'ébullition et l'on y introduit peu à peu une quantité de lait de chaux suffisante pour libérer totalement l'ammoniaque combinée et pour précipiter tout le zinc à l'état de zincate.

L'ébullition est poursuivie tant qu'il se dégage des vapeurs alcalines au tournesol. Lorsque ce résultat est atteint, il est nécessaire de vérifier, par l'addition d'un peu d'eau de chaux et en continuant l'ébullition, que toute l'ammoniaque est véritablement dégagée. En effet, s'il en restait un peu à l'état de sel, ce serait la preuve qu'il n'y a pas de chaux libre dans la solution et, dans ce cas, le zincate ne pourrait se former ([2]).

Quand toute l'ammoniaque est partie, on filtre; on lave le précipité avec de l'eau saturée de chaux; on redissout le précipité adhérent aux parois du ballon et celui qui est contenu dans le filtre avec de l'acide chlorhydrique pur; enfin, on évapore la solution obtenue au bain-marie dans une capsule de platine, afin de chasser l'excès d'acide. On redissout les chlorures de zinc et de calcium ([3]) dans quelques centimètres cubes d'acétate de sodium à 5 pour 100, on transvase dans un petit flacon et l'on sature de H^2S.

Après 24 heures au moins de repos, on recueille le sulfure de zinc sur un filtre, on le lave à fond avec de l'eau saturée de H^2S et acidulée par l'acide acétique; enfin, on le dissout sur le filtre avec un peu d'acide sulfurique au vingtième. La solution, recueillie dans une capsule de platine, est évaporée à sec, d'abord au bain-marie, puis

---

([1]) Quand il y a du manganèse, le précipité brunit par addition de H^2O^2; on ajoute alors cette dernière tant qu'il y a changement de couleur.

([2]) Il est bon de maintenir le volume primitif du liquide afin d'éviter le dépôt inutile de chaux par concentration.

([3]) Ce résidu renferme aussi du chlorure de magnésium, dans le cas, tel que celui-ci, où la substance analysée contient du Mg.

par chauffage direct sur une flamme jusqu'à volatilisation de l'acide en excès. On pèse le sulfate anhydre, dont le poids, multiplié par 0,4052, donne la quantité de Zn contenue dans la substance analysée.

Pour ne pas perdre un des avantages de la méthode que nous venons d'exposer, qui est de rassembler de très petites quantités de zinc dans un volume réduit de liquide, il importe que le zincate de calcium soit accompagné d'une proportion aussi faible que possible de carbonate calcaire ; aussi, est-il indispensable de se servir d'ammoniaque exempte d'acide carbonique. Il faut aussi opérer les dernières filtrations avec des filtres de très petit diamètre. Il est à peine besoin de rappeler que tous les réactifs doivent être soigneusement purifiés.

A la séparation du calcium et du zinc par l'oxalate d'ammonium en milieu fortement ammoniacal, que nous indiquions dans notre première Note, nous avons substitué la précipitation du zinc par l'hydrogène sulfuré. Il est, en effet, difficile d'éviter l'entraînement de traces de zinc par l'oxalate de calcium ; en outre, s'il y a du magnésium, celui-ci passe en dissolution ammoniacale et se retrouve tout entier avec le zinc à la fin du dosage. La précipitation sulfhydrique évite ces inconvénients.

Cette méthode peut s'appliquer à tous les cas, c'est-à-dire quelles que soient la quantité de métal à doser et la complexité du mélange ; toutefois, en raison de la minutie des opérations, elle n'est recommandable que si l'on veut atteindre une très grande précision. Une complication est à prévoir dans le cas où la substance analysée contient du nickel et du cobalt : ceux-ci se retrouvent avec le zinc à la fin des opérations et il reste à les en séparer par les méthodes ordinaires. Nous n'avons pas eu à approfondir expérimentalement ce cas particulier, notre étude ayant été faite en vue de recherches biologiques et la présence du nickel et du cobalt chez les êtres vivants étant tout au moins exceptionnelle.

Les résultats expérimentaux obtenus avec des mélanges artificiels dans lesquels nous avions introduit des quantités de zinc variant de 1^{mg} à 100^{mg} seront donnés dans un Mémoire publié dans un autre Recueil.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le lupéol.* Note de M. P. van Romburgh, présentée par M. A. Haller.

En étudiant les principes de la gutta-percha de diverses origines, j'ai isolé le cinnamate de lupéol et j'ai constaté la présence de l'acide cinnamique dans un échantillon de la gutta-percha du *Palaquium Treubii* (1), récolté

(1) *Berliner Berichte*, t. XXXVII, 1904, p. 3442.

par moi-même, à Java. M. Cohen [1], dans mon laboratoire, a trouvé le lupéol dans le *bresk*, matière commerciale, formée principalement par le suc du *Dyera Lowii* (Hook fils), comme j'ai pu le constater dans mes voyages dans l'île de Bornéo.

Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* du 24 juin 1907, page 1435, MM. Jungfleisch et Leroux, qui ont isolé le cinnamate de lupéol de la gutta-percha du *Palaquium Treubii* Brck., ont énoncé les résultats de leurs recherches sur le lupéol.

Ces savants ont constaté que le lupéol, projeté brusquement sur le bloc Maquenne chauffé, fond dès 190°-192°, mais ne tarde pas à se solidifier, même quand on continue à chauffer; le produit fond ensuite à 212°, température de fusion indiquée par les divers auteurs pour le lupéol chauffé lentement dans un tube capillaire. MM. Jungfleisch et Leroux admettent un changement de l'alcool lupéol en hydrocarbure, avec perte d'eau, changement qui s'effectue lentement à partir de 130° et immédiatement à 190°. La formation facile de l'hydrocarbure expliquerait certaines divergences dans les observations faites sur l'acétate de lupéol. Le lupéol du *Palaquium Treubii* chauffé à 170° avec l'anhydride acétique, en présence de l'acétate de sodium, donnerait, non pas l'acétate de lupéol, mais l'hydrocarbure de déshydratation.

Or, ayant préparé et analysé, en collaboration avec M. van der Linden (*loc. cit.*), l'acétate de lupéol fondant à 212°, produit que M. Cohen a étudié plus tard, la communication de MM. Jungfleisch et Leroux m'a vivement intéressé et après les vacances je me suis empressé de répéter mes expériences antérieures.

D'abord j'ai fait bouillir du lupéol avec de l'anhydride acétique en présence de l'acétate de soude, et, comme autrefois, j'ai obtenu un produit fondant de 212° à 213°, qui, mêlé avec le lupéol, donnait un abaissement considérable du point de fusion et dont l'analyse m'a fourni les chiffres exigés pour l'acétate.

Dans une autre expérience, j'ai chauffé le mélange en tube scellé à 170°. Le produit formé était identique avec l'acétate.

Le lupéol que j'avais obtenu du *bresk* se comporterait donc vis-à-vis l'anhydride acétique d'une façon complètement différente du lupéol du *Pal. Treubii*. Ce résultat inattendu m'a conduit à examiner l'influence de la chaleur sur le lupéol de *bresk*.

D'abord j'ai chauffé plus de 1^{g} de lupéol, séché à 100°, pendant 24 heures de 130° à 135°. Il n'y avait pas eu perte de poids. Un chauffage à 170°-175° donna une perte de quelques milligrammes, mais le lupéol s'était changé

---

(1) *Thèse pour le doctorat*, Utrecht, 1906.

en un sirop épais jaunâtre qui, traité par le chlorure de benzoyle et la pyridine, fournit cependant une certaine quantité de benzoate de lupéol.

Pour éviter l'action de l'air sur le lupéol et pour voir l'eau qui pourrait se former, j'en ai chauffé pendant plusieurs heures $0^g,5$ dans une des branches d'un tube en U, évacué, à 190°. L'autre branche était plongée dans l'ammoniaque liquide. Dans cette expérience encore il n'y a pas eu formation d'eau.

Ensuite j'ai chauffé $1^g,0806$ dans une nacelle en verre, placée dans un tube évacué muni d'un réservoir contenant de l'acide sulfurique concentré. D'abord la température fut maintenue 10 heures à 140°-160°. La perte de poids de la nacelle ne fut que de $6^{mg},6$ et il s'est déposé un sublimé dans le tube. Puis le tube fut chauffé 6 heures aux environs de 190°, température à laquelle le lupéol devrait se déshydrater immédiatement. La perte de poids de la nacelle fût alors $0^g,041$; cependant le sublimé dans le tube pesant $0^g,039$, on peut dire qu'il n'y avait pas eu perte d'eau.

Le produit chauffé dans les deux expériences décrites, cristallisé dans l'acétone, fut analysé et donna les résultats exigés pour le lupéol.

Pour expliquer les particularités singulières que présente le lupéol lorsqu'on le fond, on pourrait admettre que par l'action de la chaleur cette substance se transforme en une autre modification et, pour éclaircir cette question, je me suis adressé à M. Jaeger, qui a bien voulu me donner les renseignements suivants. Je tiens à remercier M. Jaeger de sa bienveillance.

Après fusion du lupéol sur un porte-objet, la masse liquide isotrope se solidifie par refroidissement en forme d'aiguilles A, larges et pointues, montrant des couleurs d'interférence brillantes, accompagnées d'une masse isotrope A′ ayant l'apparence de la corne. Celle-ci présente souvent un grand nombre de sphérolithes embryonnaires qui ne sont que faiblement biréfringentes et qui offrent quelquefois l'aspect trompeur de petites gouttes liquides. La masse cornée A′ est rigoureusement identique avec les aiguilles et n'est pas autre chose que la phase A solidifiée en état de surfusion. Après la cristallisation, les aiguilles se partagent au moyen d'un grand nombre de cassures transversales, tandis qu'en même temps les couleurs d'interférence diminuent en éclat.

Les aiguilles se transforment en une nouvelle phase B, qui est identique avec la forme ordinaire du lupéol. Simultanément, la masse cornée aussi manifeste un nombre de fissures, en montrant par-ci par-là la double réfraction accidentelle par déformation, tandis que le nombre des petites sphérolithes s'augmente considérablement. Quand on la réchauffe ensuite, elle commence à cristalliser, parce que la vitesse de cristallisation est augmentée par le chauffage, la friction interne de la phase en surfusion diminuant en même temps.

Alors les aiguilles A se forment et se transforment aussitôt en B. Cette cristallisa-

tion par chauffage est un fait bien connu : l'acide osmique et un grand nombre d'éthers-sels de la cholestérine avec les acides gras en offrent de beaux exemples. En fondant la masse B, il semble quelquefois qu'on peut réaliser, avant la liquéfaction, les aiguilles de la phase A. Les deux modifications hétéromorphes seraient donc en relation d'énantiotropie l'une à l'autre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux méthylspartéines isomériques.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. A. Haller.

Reprenant l'étude de la méthylspartéine brute telle que la fournit la décomposition de l'hydrate d'α-méthylspartéïnium, nous avons pu en isoler deux produits chimiquement définis : l'α- et la β-*méthylspartéines*. La base brute, dont le pouvoir rotatoire oscille autour de $\alpha_D = -25°$, paraît constituée par un mélange renfermant environ 10 pour 100 de spartéine et 90 pour 100 des méthylspartéines α et β.

1. En traitant ce mélange par l'iodure de méthyle, en solution méthylique, dans des conditions déterminées, on constate que 30 pour 100 environ du produit échappent à la méthylation. Cette partie difficilement méthylable constitue l'*α-méthylspartéine* sensiblement pure, cristallisant par amorçage. Cette méthode, excellente pour l'obtention rapide de l'α-méthylspartéine, présente l'inconvénient de transformer la β-méthylspartéine en iodométhylate, à partir duquel il est malaisé de revenir à la base elle-même.

2. La cristallisation fractionnée des diiodhydrates, préparés à partir de la base brute, permet assez aisément la séparation du diiodhydrate d'α-méthylspartéine moins soluble ; des eaux mères on extrait une base de pouvoir rotatoire sensiblement nul, qui n'est pas pure encore.

3. La méthode de choix consiste à chauffer la base brute au bain-marie bouillant avec un léger excès d'acide sulfurique normal. Dans ces conditions, le sulfate d'α-méthylspartéine seul s'isomérise en sulfométhylate et l'action des alcalis libère les bases non isomérisées. En fractionnant les monoiodhydrates de ces dernières bases, on isole, après de longs traitements, un monoiodhydrate défini, d'où l'on extrait la β-méthylspartéine.

α-MÉTHYLSPARTÉINE : $C^{15}H^{25}N^2(CH^3)$. — Cette base est cristallisée et fond à 30°-31° en une huile incolore capable de rester longtemps en surfusion. Elle possède une odeur très faible et s'altère assez peu à l'air. Elle bout à 178°-179° (corr.) sous 11^{mm} ; elle se dissout aisément dans l'alcool et l'éther, mais peu dans l'alcool méthylique absolu ; son pouvoir rotatoire est de $\alpha_D = -55°,4$ en solution dans l'alcool absolu.

Le *dichlorhydrate d'α-méthylspartéine* est très déliquescent; le *chloroplatinate* $C^{15}H^{25}N^2(CH^3).2HCl.PtCl^4 + 3H^2O$ est microcristallin il se décompose à 247°.

Diiodhydrate : $C^{15}H^{25}N^2(CH^3).2HI$. — Ce sel s'obtient aisément en traitant la solution du sulfate par l'iodure de potassium; il est cristallisé en aiguilles peu solubles dans l'eau et l'alcool à froid, mais solubles à chaud. Son pouvoir rotatoire est de $\alpha_D = -38°,3$ en solution aqueuse. Ce sel subit par l'action de la chaleur seule ou avec le concours de l'eau des transformations que nous exposerons prochainement.

Le *picrate d'α-méthylspartéine* $C^{15}H^{25}N^2(CH^3).2.C^6H^2(NO^2)^3OH$ forme une poudre amorphe.

β-MÉTHYLSPARTÉINE : $C^{15}H^{25}N^2(CH^3)$.—La base, extraite de son iodhydrate, forme un liquide incolore d'odeur alliacée bouillant à 181°-183° (corr.) sous $16^{mm},5$; elle n'a pu être obtenue cristallisée; son pouvoir rotatoire en solution dans l'alcoôl absolu est de $\alpha_D = +9°,9$.

Elle est beaucoup moins stable à l'air que son isomère.

Le *monoiodhydrate* $C^{15}H^{25}(CH^3).HI + 2H^2O$ est cristallisé; son pouvoir rotatoire rapporté au corps anhydre est de $\alpha_D = -32°,2$ en solution aqueuse et $-28°,2$ en solution méthylique. Le corps anhydre fond à 77°-78°.

Le *diiodhydrate* $C^{15}H^{25}N^2(CH^3).2HI$ est cristallisé, son pouvoir rotatoire est de $\alpha_D = -13°,5$ en solution méthylique.

Le *chloroplatinate* $C^{15}H^{25}N^2(CH^3).2HCl.PtCl^4 + 3H^2O$ cristallise dans l'acide chlorhydrique étendu, en cristaux microscopiques fondant vers 230°.

Le *picrate* $C^{15}H^{25}N^2(CH^3).2C^6H^2(NO^2)^3OH$ est une poudre amorphe fondant à 94°-95°.

L'α- et la β-méthylspartéines sont des bases non saturées, réduisant énergiquement le permanganate de potassium en liqueur acide à 0°. Le dosage des méthyles par la méthode de Herzig et Meyer indique qu'elles sont toutes deux méthylées à l'azote. Elles diffèrent essentiellement l'une de l'autre par la propriété que possède seule l'α-méthylspartéine d'être isomérisée, dans certaines conditions, en dérivés saturés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Expériences sur la synthèse de la β-campholène-lactone sur la lactone de l'acide 2.4-diméthyl-cyclopentanol-2-acétique-1.* Note de M. G. BLANC, présentée par M. A. Haller.

La préparation synthétique de l'acide αα-diméthyladipique par un procédé qui, bien qu'assez compliqué ([1]), permet néanmoins d'en faire une

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXIII, p. 894.

matière première abordable, m'a engagé à tenter la synthèse de la β-campholène-lactone, un important dérivé du camphre. Toutefois, avant de m'engager dans cette recherche, j'ai voulu expérimenter la méthode que je compte employer, en partant de l'acide β-méthyladipique, qu'il est beaucoup plus facile de se procurer.

Le β-méthyladipate de méthyle se condense sous l'influence du sodium en donnant les éthers méthylcyclopentanone-carboniques; théoriquement, cette fermeture peut se faire de deux façons :

$$\begin{array}{c} CH.CO^2CH^3 \\ CH^3.CH \quad CO \\ CH^2 — CH^2 \\ \text{I.} \end{array} \qquad \begin{array}{c} CH^2 \\ CH^3CH \quad CO \\ CH^2 — CH.CO^2CH^3 \\ \text{II.} \end{array}$$

Nous admettrons provisoirement avec Dieckmann ([1]) que la formule II est la plus probable.

Lorsqu'on traite le dérivé sodé de cet éther par le bromacétate d'éthyle, on obtient un produit de condensation

$$\begin{array}{c} CH^2 \\ CH^3 — CH \quad CO \\ CH^2 — C\begin{cases} CO^2CH^3 \\ CH^2 — CO^2C^2H^5 \end{cases} \end{array}$$

qui, après plusieurs fractionnements, se présente sous la forme d'un liquide incolore bouillant à 165°-168° (10^mm). Ce corps ne donne point de semicarbazone cristallisable. Hydrolysé par l'acide chlorhydrique à l'ébullition, il est transformé en acide *méthyl-4-cyclopentanone-2-acétique*-1, liquide épais et visqueux qui bout vers 195° (25^mm); sa semicarbazone cristallise difficilement en petits amas blancs, fusibles à 205° avec décomposition.

L'*éther méthylique* de cet acide est un liquide mobile, d'une odeur agréable, bouillant à 128° (14^mm). La semicarbazone de cet éther cristallise fort mal et fond vers 190°.

Lorsqu'on traite l'éther méthyl-4-cyclopentanone-2-acétique-1 par l'iodure de méthylmagnésium en solution éthérée, il se produit une vive réaction.

Le produit, mis en liberté par l'acide sulfurique étendu est saponifié par la potasse alcoolique.

L'éther enlève alors une substance neutre incristallisable, qui est sans doute le glycol bitertiaire attendu.

La solution alcaline, fortement acidifiée, est ensuite épuisée à l'éther et le résidu traité par une solution de bicarbonate de potasse.

([1]) *D. ch. Ges.*, t. XXVII, p. 102; *Lieb. Ann.*, t. CCCVII, p. 78.

La lactone cherchée reste dans l'éther

$$CH^3-CH\langle CH^2 \rangle CO,\ CH^2-CH-CH^2-CO^2CH^3 \rightarrow CH^3-CH\langle CH^2 \rangle C\langle{}^{CH^3}_{OH},\ CH^2-CH-CH^2-CO^2CH^3$$

$$\rightarrow CH^3-CH\langle CH^2 \rangle C\langle{}^{CH^3}_{OH},\ CH^2-CH-CH^2-C\langle{}^{OH}_{CH^3}{}_{CH^3} \quad \quad CH^3-CH\langle CH^2 \rangle C\langle{}^{CH^3}_{O},\ CH^2-CH-CH^2-CO$$

Cette lactone, dont la structure est tout à fait (à part la position du méthyle 4) comparable à celle de la β-campholène-lactone, est un liquide incolore d'une odeur lactonique faible, bouillant à 127°-130° sous 13^{mm}.

Ce travail montre que la méthode, à partir de l'éther αα-diméthyladipique, doit conduire à la β-campholène-lactone.

J'en déduirai aussi, étant donné le peu de tendance des produits que j'ai obtenus à cristalliser, que l'éther β-méthylcyclopentanone-carbonique est un mélange, la cyclisation de l'éther β-méthyladipique se faisant dans les deux sens.

En fait, tous les corps obtenus avec l'éther αα-diméthyladipique, qui ne peut se cycliser que d'un seul côté, sont extrêmement bien définis et très facilement cristallisables.

BOTANIQUE. — *Sur la forme primitive de la figue mâle.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que la pollinisation du Figuier ne peut s'effectuer que par l'intermédiaire d'un Insecte Hyménoptère, le Blastophage. Les fleurs mâles et les fleurs femelles fertiles sont renfermées dans des figues différentes et la cavité d'une figue ne communique avec l'extérieur que par un étroit orifice, l'œil de la figue, obstrué par de petites écailles. Un Blastophage qui s'est développé dans un pistil stérile d'une figue mâle sort de cette figue couvert de pollen, puis entre dans une jeune figue femelle et pollinise les stigmates. Le Blastophage étant indispensable à la fécondation du Figuier, on peut dire que le Figuier suppose le Blastophage; mais, d'autre part, le Blastophage ne pouvant se reproduire et se nourrir que sur le Figuier, on peut

soutenir que le Blastophage suppose le Figuier. Cette adaptation réciproque est maintenant un fait accompli et fonctionne régulièrement pour le plus grand bien des deux associés. Mais il y a eu certainement une époque où les Blastophages et les Figuiers, ou tout au moins leurs ancêtres, pouvaient se passer les uns des autres. Quelle était alors l'organisation de l'inflorescence du Figuier? L'étude de deux Figuiers mâles poussés spontanément aux bords de l'Ardèche m'a permis de faire une hypothèse sur cette question, en me montrant ce que pouvait être la forme primitive de la figue mâle.

Au commencement de juillet, ces deux arbres sont couverts de figues de première récolte presque mûres. La plupart sont relativement grosses et ont les caractères ordinaires des figues mâles, ont des fleurs à étamines à la partie supérieure du réceptacle et des galles à Blastophage à la partie inférieure. D'autres sont plus petites et ne renferment, à la partie inférieure du réceptacle, que quelques fleurs femelles atrophiées, mais aucune galle; à la partie supérieure, les fleurs à étamines, très nombreuses, semblent n'avoir pas eu assez de place pour se développer dans le réceptacle trop étroit et font saillie à l'extérieur par l'ouverture élargie de l'œil. Dans d'autres figues, encore plus petites, ayant moins de 1^{cm} de diamètre, les fleurs femelles ont disparu ou, s'il en reste, elles sont tout à fait rudimentaires et toutes les fleurs mâles sont extérieures. L'inflorescence est simplement un capitule, comme chez les Composées; les bractées qui ordinairement ferment l'œil de la figue jouent le rôle de l'involucre. Les étamines ont d'ailleurs la même structure que lorsqu'elles sont enfermées dans le réceptacle.

On comprend que cette disposition des fleurs mâles favorise beaucoup la pollinisation; le pollen peut être emporté soit par le vent, soit par un insecte quelconque, sans que l'intervention du Blastophage soit nécessaire; cette intervention est même impossible puisqu'il n'y a plus de fleurs galles. Il est vrai que pour arriver jusqu'au stigmate il faut encore que le pollen pénètre dans une figue femelle par l'étroite ouverture de l'œil. Mais on sait qu'au moment où les pistils sont mûrs, l'œil s'élargit. De plus, les grains de pollen étant extrêmement petits (12^{μ}), on conçoit qu'ils puissent passer par une ouverture où le Blastophage, large d'au moins 700^{μ}, réussit à se faufiler. D'autre part, l'existence constatée de figues mâles ayant la forme d'un capitule ouvert permet de supposer que la figue femelle peut avoir eu aussi la même forme et dès lors le Figuier devient une plante dicline quelconque, où la pollinisation ne présente pas de difficultés spéciales.

Quoi qu'il en soit, les figues réduites à un capitule de fleurs mâles toutes

visibles de l'extérieur peuvent être considérées comme un retour à la forme primitive de la figue correspondant à une époque où la symbiose entre le Figuier et le Blastophage n'existait pas; il resterait à déterminer par quelle série d'intermédiaires l'adaptation actuelle s'est établie.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la signification de la « maladie du Rouge » chez le Sapin.* Note de M. **L. Mangin**, présentée par M. Guignard.

Dans une précédente Note, nous avons signalé, M. Hariot et moi, diverses espèces de Champignons rencontrés sur des rameaux de Sapin pectiné envahis par la maladie dite *du Rouge*.

Parmi les espèces les plus répandues, le *Rhizosphæra Abietis*, si curieux par la constitution de ses pycnides, nous avait paru devoir être incriminé, mais nous n'avions pas voulu nous prononcer sans l'expérience, seule décisive, du résultat positif de l'inoculation. Nous avons donc entrepris des essais de culture, qui ont réussi; mais les tentatives d'inoculation ont échoué. Ce dernier fait, joint à des observations communiquées par M. Patouillard, et vérifiées par moi au cours d'un récent voyage dans le Jura, démontre que le *Rhizosphæra Abietis* est un saprophyte. On le trouve, en effet, non seulement sur des feuilles de Sapins malades, mais encore sur des feuilles de branches cassées, encore attenantes à l'arbre.

Les autres espèces : *Macrophoma abietina, Cytospora Pinastri, Menoidea Abietis*, etc., sont aussi des saprophytes ou des parasites dont l'action est limitée à la destruction de quelques feuilles.

A ces espèces, il faut joindre le *Trichoscypha Abietis*, que j'ai rencontré, dans le massif de la Joux, sur les branches atteintes du Rouge, en même temps qu'un Hyphomycète encore indéterminé, voisin des *Fusarium*.

Récemment, MM. Prillieux et Maublanc d'une part, M. Henry de l'autre, ont signalé comme l'une des causes de la maladie du Rouge l'existence du *Phoma abietina* (*Fusicoccum abietinum*) sur les échantillons recueillis avec beaucoup de discernement par M. Bazaille, conservateur des Eaux et Forêts.

L'excursion que je viens de faire dans le Jura m'a fourni des documents qui permettent de mettre la question au point et de dissiper les inquiétudes de ceux qui n'ont pas vu la splendeur des sapinières de cette région.

La maladie du Rouge n'est pas une maladie spécifique. Le rougissement des feuilles du Sapin, signe du dépérissement partiel ou complet de l'arbre,

est dû à des causes différentes. Il y a lieu de distinguer le *rouge général* et le *rouge partiel.*

Le *rouge général,* qui envahit progressivement tout le feuillage à partir de la cime, est dû, soit à la sécheresse, soit aux bostriches, soit au rhizomorphe; deux de ces causes pouvant agir successivement pour provoquer une mort rapide de l'arbre. Le rhizomorphe, signalé par M. Bazaille, que j'ai observé sur un petit nombre d'arbres dans le massif forestier de la montagne de Tresse, est probablement l'appareil mycélien de l'*Armillariella mellea*; il apparaît à la base des troncs entre le bois et l'écorce, et, d'après les observations du service forestier que j'ai pu contrôler, il ne s'attaque qu'à des arbres déjà languissants. D'ailleurs, son action est limitée à des arbres isolés et ne s'étend pas aux arbres sains voisins. Seuls les bostriches constituent des ennemis redoutables, vis-à-vis desquels il faut être sans cesse en éveil.

Le *rouge partiel* est l'affection limitée aux branches. Il se présente sous l'aspect de marbrures rouges se détachant sur la frondaison d'un vert sombre; on en compte 1 à 3, plus rarement 5 à 6, par arbre.

Ce rouge partiel, qui ne compromet jamais la vie de l'arbre, est dû, au moins à l'état présent, à trois causes distinctes :

1° Les traumatismes, inhérents à l'exploitation des futaies. C'est sur les feuilles de branches blessées, ou cassées au moment de l'exploitation, que j'ai rencontré très fréquemment le *Rhizosphæra Abietis,* le *Cytospora Pinastri,* le *Macrophoma abietina,* etc.

2° La deuxième cause est due au *Phoma abietina,* découvert par M. Bazaille, et identifié par MM. Prillieux et Maublanc et par M. Henry. Je l'ai rencontré à la Savine, à la Joux, dans la forêt de Levier. Ce parasite, toujours limité aux branches, ne pourrait provoquer un réel préjudice que s'il prenait une grande extension. Or j'ai pu constater, à la Joux notamment, que des arbres atteints l'année dernière sur quelques branches, maintenant sèches, n'ont pas manifesté cette année de nouvelle invasion.

La troisième cause est due à l'*Æcidium elatinum.* Ce parasite, qui s'attaque fréquemment aux branches, détermine assez souvent la mortification des tissus situés au delà de la zone d'invasion, et les feuilles rougissent. J'ai rencontré cette forme en abondance dans la forêt de la Joux, près de la maison forestière de la Marine; je l'ai trouvée aussi dans la forêt de Levier. Mais cette troisième forme est inoffensive et, d'après les observations des gardes forestiers, elle existe depuis de longues années sans causer de dommages. L'*Æcidium elatinum* n'est dangereux, comme on le sait, que lorsqu'il s'attaque au tronc des Sapins.

En résumé, il n'existe pas d'affection cryptogamique importante et dommageable dans les sapinières du Jura.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un cas remarquable d'autotomie du pédoncule floral du Tabac, provoquée par le traumatisme de la corolle.* Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Au cours d'expériences que j'avais entreprises sur la fécondation des fleurs du Tabac, j'ai été amené à constater un cas très spécial d'autotomie du pédoncule floral, d'autant plus intéressant que cette plante, dans son évolution ordinaire, ne se débarrasse jamais, par ce procédé, de ses feuilles, de ses fleurs et de ses fruits.

Voici comment j'ai découvert ce fait. Désirant connaître le rôle que pourraient avoir, avant la fécondation, dans le développement de l'ovaire, certaines pièces florales, je les avais coupées. J'avais ainsi obtenu cinq catégories de fleurs mutilées : 1° des fleurs sans sépales; 2° des fleurs sans corolle; 3° des fleurs sans étamines; 4° des fleurs sans stigmates; 5° des fleurs où la corolle, les étamines et le style étaient coupés à la moitié de leur hauteur.

Au bout d'une quinzaine de jours, j'ai constaté que, si les fleurs sans sépales, sans androcée et sans stigmates s'étaient très bien développées, par contre, les fleurs sans corolle et les fleurs où la corolle, les étamines et le style avaient été coupés à moitié de leur hauteur, étaient tombées sur le sol. Leur pédoncule s'était détaché, en laissant, sur l'axe de l'inflorescence, une cicatrice. J'ai observé ce fait de plus près, sur des fleurs plus jeunes, ayant subi le même traumatisme de la corolle. J'ai alors aperçu que vers la base du pédoncule floral, à l'endroit de son insertion sur l'axe de l'inflorescence où il se produit une sorte d'étranglement, il se formait une couche séparatrice jaunâtre. C'est dans cette couche séparatrice que s'opérait le détachement du pédoncule. En pratiquant une coupe dans cette zone et en la regardant au microscope, on voyait qu'elle était constituée par plusieurs assises superposées des cellules de l'épiderme et de l'écorce. Ces cellules, à cet endroit, étaient beaucoup plus petites et très peu différenciées.

Chacune contenait un noyau volumineux et un protoplasma rempli de grandes vacuoles. Les membranes de toutes ces cellules se détachaient les unes des autres, comme si la lamelle moyenne qui les cimentait s'était résorbée.

Dans le cylindre central les faisceaux libéroligneux restaient intacts. Lorsque la couche séparatrice de l'épiderme et de l'écorce s'était dissociée, les faisceaux libéroligneux se rompaient au moindre choc, au plus léger souffle du vent et entraînaient la chute du pédoncule floral. La cicatrice formée sur l'axe de l'inflorescence se fermait en produisant des tissus lignifiés et subérisés.

Cette chute du pédoncule floral, provoquée par le traumatisme de la

corolle, avant que le pistil ait été fécondé, s'est toujours répétée avec constance sur plus d'une centaine de fleurs. Mais aussitôt après la fécondation, et c'est là un des points les plus curieux, la mutilation de la corolle ne provoquait plus à la base du pédoncule la production de la zone séparatrice. Le pistil pouvait accomplir entièrement son évolution en fruit, et le pédoncule poursuivre son accroissement.

Cela démontre qu'il y a une relation étroite entre la corolle, l'ovaire et le développement du pédoncule. Tant que l'ovaire n'est pas fécondé, la présence de la corolle et son intégrité sont absolument nécessaires à la croissance du pédoncule.

Une fois l'ovaire fécondé, ce rôle de la corolle disparaît, et voilà peut-être pourquoi, pendant que le pistil se transforme en fruit, cette corolle, devenue inutile, se fane et se détache du réceptacle floral.

Maintenant, comment la corolle, coupée à moitié de sa hauteur, provoque-t-elle, 5^{cm} plus bas, à la base du pédoncule, l'apparition de cette couche séparatrice qui occasionnera sa chute? Il est bien difficile de l'établir d'une façon certaine. J'en suis réduit à formuler une hypothèse. Avant la fécondation, le traumatisme de la corolle, retentissant sur sa fonction d'évaporation, amènerait peut-être un ralentissement notable dans la circulation de la sève.

Les cellules de l'épiderme et de l'écorce de la base du pédoncule, qui sont en voie de croissance, ne trouvant plus de nourriture suffisante, seraient frappées de dégénérescence; elles produiraient ainsi la couche séparatrice.

Mais, après la fécondation, il n'en serait plus de même, car l'ovaire, ayant pris une certaine extension, suffirait à remplir le rôle de la corolle blessée. La circulation de la sève n'en serait nullement affectée, et les cellules de l'épiderme et de l'écorce de la base du pédoncule floral continueraient à croître.

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude anatomique de quelques Cypéracées textiles de Madagascar.* Note de M. **P. Claverie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Quelques Cypéracées sont utilisées à Madagascar par les indigènes pour la fabrication d'objets de chapellerie et de vannerie. Dans les unes la partie employée est la tige, dans les autres ce sont à la fois les tiges et les feuilles.

C'est ce dernier cas pour le *Cyperus latifolius* Poir., que les Malgaches nomment *herana*, et le *Cyperus alternifolius* L., qu'ils appellent *vinda*.

Au contraire, ils emploient seulement la tige de l'*isatra* ou *Cyperus madagascariensis* Kunth., de l'*ahibano* ou *Cyperus nudicaulis* Poir., et du *Cyperus æqualis* Vahl.

Il peut être intéressant de rechercher quelles sont les particularités anatomiques qui font la valeur de ces plantes, en donnant à leurs pailles une ténacité suffisante.

Considérons tout d'abord les tiges. Le premier caractère que nous remarquons est la présence constante, chez toutes les espèces précédentes, de cordons fibreux sous-épidermiques.

Dans le *Cyperus latifolius* ces cordons sont à section ovale de $0^{mm},050$ à $0^{mm},100$ de diamètre et sont séparés les uns des autres par 2 à 3 cellules parenchymateuses; chacun d'eux renferme environ 40 à 80 fibres.

Dans le *Cyperus alternifolius* ils sont à section transversale triangulaire et mesurent $0^{mm},030$ à $0^{mm},050$ de largeur et $0^{mm},100$ à $0^{mm},130$ de hauteur; les plus petits ont 35 à 40 fibres, les plus gros jusqu'à 125; 2 cellules les séparent les uns des autres.

Dans le *Cyperus madagascariensis* les mêmes faisceaux sont plus étroits, cylindriques, de $0^{mm},024$ à $0^{mm},030$ de diamètre et sont en outre plus éloignés les uns des autres, car ils sont séparés par 4 à 5 cellules. Enfin ils sont composés seulement chacun de 8 à 20 fibres.

Dans le *Cyperus nudicaulis* l'espacement est encore plus grand : ce sont 18 à 20 cellules qui s'interposent entre deux cordons irrégulièrement cylindriques de $0^{mm},060$ à $0^{mm},150$ de diamètre et renfermant en moyenne 60 à 65 fibres.

Chez le *Cyperus æqualis* au contraire, les faisceaux se rapprochent de nouveau, 3 à 6 cellules seulement les séparent. Leur section est circulaire de $0^{mm},036$ à $0^{mm},050$ de diamètre et chacun d'eux est constitué par 18 à 25 éléments.

On voit que ces caractères, qui peuvent contribuer à expliquer la plus ou moins grande résistance des pailles, sont en même temps des caractères anatomiques différentiels des cinq espèces.

Mais on peut, d'ailleurs, les compléter par les suivants qui portent : 1° sur la position et la constitution des faisceaux libéroligneux; 2° sur la structure du tissu parenchymateux.

Dans le *Cyperus latifolius* les faisceaux libéroligneux sont de deux sortes; ceux de la rangée la plus externe, qui sont situés un peu au-dessous de la zone annulaire des faisceaux fibreux précédents, diffèrent de ceux des rangées plus internes. Les faisceaux externes sont très petits; leur gaine scléreuse est réduite à une seule assise de fibres. En dehors de cette gaine est un manchon de cellules à chlorophylle allongées radiale-

ment. En outre, il apparaît de l'autre côté de la gaine, entre cette gaine le faisceau libéroligneux, une assise de cellules également chlorophylliennes mais polygonales.

Rappelons que ces assises à chlorophylle au voisinage des faisceaux ont déjà été signalées, chez d'autres *Cyperus*, par Martin Rickli (1), qui nomme même *Chlorocyperus* les espèces pourvues de l'assise verte interne, dont la présence est plus rare que celle de l'assise verte externe.

Les faisceaux plus internes sont plus gros que les précédents; leur gaine est plus épaisse, surtout sur le bord ligneux interne où elles est très développée. Le tissu environnant, qui est le tissu central de la tige, est lacuneux.

Dans l'ensemble, toute cette structure est celle de la tige du *Cyperus madagascariensis* chez lequel cependant on relève les différences suivantes : 1° la rangée externe se compose d'un plus grand nombre de faisceaux qui, par conséquent, sont plus rapprochés; 2° la plupart de ces faisceaux sont réduits à un amas libérien; 3° la deuxième rangée est logée, comme la première, dans le tissu compact et non dans le parenchyme lacuneux.

Nous n'allons plus retrouver cette assise chez nos autres *Cyperus*. Dans le *Cyperus alternifolius* les faisceaux de la rangée externe ont la même constitution que ceux des rangées plus internes, ils ne diffèrent que par le tissu environnant qui est encore compact. Le tissu aérifère ne commence même chez cette espèce qu'à une distance de l'épiderme plus grande que dans les *C. latifolius* et *madagascariensis;* le tissu compact se compose au moins d'un nombre d'assises triple ou quadruple de celui de ces deux autres espèces.

Chez le *C. æqualis,* ce tissu compact, qui est ici d'épaisseur moyenne, est caractérisé par un aspect palissadique très net. Les caractères des faisceaux sont ceux du *C. alternifolius.*

Et ces caractères sont encore ceux qu'on relève chez le *C. nudicaulis;* mais dans cet *ahibano,* le parenchyme empêche toute confusion avec toutes les autres espèces, car, à l'inverse de tous ces autres cas, ce parenchyme est dense intérieurement et lacuneux extérieurement; tous les faisceaux, y compris ceux de la rangée externe, appartiennent au tissu dense.

Pour les deux espèces chez lesquelles les feuilles sont utilisées en même temps que les tiges, les caractères des tissus du limbe sont également très nets.

1° Dans la feuille du *C. latifolius,* il y a des faisceaux libéroligneux de deux grosseurs. Les plus gros sont situés entre les lacunes, dans les piliers parenchymateux qui relient les deux hypodermes; les plus petits se trouvent au-dessus de la région lacuneuse, dans la partie du mésophylle située entre cette région et l'épiderme supérieur.

(1) Martin Rickli, *Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Cyperaceen* (*Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*, t. XXVII, 1895).

Des cordons fibreux, appliqués directement contre les deux épidermes, ajoutent encore à la solidité de la feuille.

2° Dans le limbe du *C. alternifolius*, il n'y a qu'une seule sorte de faisceaux libéro-ligneux qui sont, d'ailleurs, sur un seul rang; ils sont séparés les uns des autres par des lacunes et chacun est relié par deux amas fibreux aux deux épidermes.

En résumé, on voit que, connaissant l'anatomie des tiges et des feuilles de ces diverses Cypéracées, il devient très possible de déterminer l'origine des pailles qu'elles fournissent.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude chimique du Gui* (Viscum album). Note de M. M. Leprince.

Quelques communications d'ordre physiologique et thérapeutique viennent d'attirer l'attention sur le Gui. La composition chimique de cette plante est fort complexe et les recherches antérieures de Reinsch et de Persum n'ont guère porté que sur des produits dénués d'activité physiologique.

A côté de la viscachoutine et de l'acide viscique nous avons pu caractériser et isoler de cette plante un alcaloïde, un glucoside, une matière résineuse, tous produits actifs; il existe, en outre, un ferment oxydant qui gêne considérablement les opérations.

Dans cette Communication nous nous occuperons seulement de l'alcaloïde, nous réservant d'étudier ultérieurement les autres produits signalés. Il a été préparé de la façon suivante :

25^{kg} de Gui sec représentant environ 100^{kg} de Gui frais sont déchiquetés et mis à macérer dans 100^{l} d'alcool à 95° C. additionné de 1^{kg} d'acide chlorhydrique. Au bout de 48 heures, on soutire l'acool qu'on remplace par 75^{l} d'alcool à 95° qui est lui-même évacué au bout de 24 heures. Le résidu est passé à la presse et toutes les liqueurs alcooliques réunies sont distillées dans le vide et amenées à consistance d'extrait fluide. Cet extrait est fortement alcalinisé par du carbonate de soude et distillé jusqu'à ce que le distillat ne soit plus alcalin. Ce liquide est légèrement jaunâtre et son odeur rappelle celle de la nicotine ou de la conicine; il est franchement alcalin et précipite par les réactifs généraux des alcaloïdes. On le sature exactement par l'acide sulfurique et l'on distille dans le vide jusqu'à obtenir une masse cristalline brunâtre qu'on dessèche à fond et qu'on traite par l'alcool à 98° bouillant en présence de noir animal lavé. La liqueur jaune très claire est filtrée, distillée dans le vide et le résidu subit une seconde fois le même traitement à l'alcool; enfin la solution alcoolique est de nouveau concentrée dans le vide.

Le résidu dissous dans un peu d'eau ayant été saturé par le carbonate de soude, on

l'extrait au chloroforme. Ce liquide est à son tour neutralisé par de l'acide chlorhydrique faible et cette solution aqueuse est évaporée dans le vide. Elle laisse un résidu d'un chlorhydrate fusible au bain-marie, se colorant rapidement à l'air, très déliquescent, qui, par refroidissement, se prend en une masse compacte, cristalline.

Les 25^{kg} de Gui sec traités par cette méthode ont fourni $1^g,60$ de chlorhydrate cristallisé. Ce chlorhydrate est soluble dans l'eau, l'alcool, l'alcool méthylique, l'acétone; il est insoluble dans l'éther, l'éther acétique, le chloroforme, la benzine. Chauffé en présence de poudre de zinc en excès, les vapeurs qui se dégagent rougissent fortement un copeau de sapin imprégné d'acide chlorhydrique; il contient donc le noyau du pyrrol. Ce chlorhydrate nous ayant paru trop déliquescent et pas assez pur pour en faire l'analyse, nous l'avons transformé en chloroplatinate en le précipitant en solution aqueuse tiède par le chlorure de platine. C'est un corps jaunâtre, cristallisé en paillettes brillantes, micacées. Chauffé, il noircit à 230° et fond vers 250° en donnant un liquide noir et en se décomposant. L'analyse lui assigne la formule $[(C^8H^{11}Az)HCl]^2PtCl^4$. La formule de la base volatile du Gui serait alors $C^8H^{11}Az$.

Nous nous réservons d'élucider la constitution relativement simple de ce corps lorsque, dans la suite de ce travail, nous aurons obtenu une quantité suffisante de produit.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action physiologique du Gui* (Viscum album). Note de MM. **René Gaultier** et **J. Chevalier**, présentée par M. Dastre.

L'un de nous signalait en 1906 (¹), à la suite d'études faites au lit du malade, l'*action* sur la pression sanguine (*a. hypotensive*) *de l'extrait aqueux de Gui*. La Note que nous présentons en commun aujourd'hui résume le mécanisme intime de cette action hypotensive que nous avons cherché à élucider par une étude de physiologie expérimentale.

Le point de départ de nos expériences a été l'extrait aqueux de plantes sèches et fraîches (ces dernières étant plus actives) en solution physiologique, solution de NaCl à 7 pour 1000, renfermant, par centimètre cube, les principes actifs de $0^g,20$ de *Viscum album*.

(¹) René Gaultier, *Résultats cliniques et expérimentaux de quelques études sur la valeur thérapeutique et physiologique du Gui de chêne* (*Société de Thérapeutique*, juin 1906).

1° *Action générale hypotensive du Gui.* — *Chez le chien* sous l'influence d'*une dose de* 1^{cm^3} *à* 5^{cm^3} *de cette solution* injectée dans la veine, on voit la pression sanguine s'abaisser rapidement et progressivement jusqu'à un minimum de 2^{cm^3} à 3^{cm^3} de mercure; en même temps les battements cardiaques s'accélèrent et diminuent d'amplitude; puis après un état stationnaire de plus ou moins longue durée suivant la dose injectée, la pression remonte lentement, progressivement, pour ne regagner la normale qu'au bout de 45 minutes (minimum), 2 heures à 2 heures et demie (maximum). Pendant le temps que la pression reste basse, la respiration est régulière, légèrement accélérée et pendant la réascension on voit s'établir de belles courbes de Traube-Hering. — Avec *une dose toxique mortelle,* c'est-à-dire avec une injection massive et deux ou trois fois répétée de 5^{cm^3} à 6^{cm^3} suivant le poids de l'animal (variable de 7^{kg} à 25^{kg}), on voit se produire les phénomènes suivants : d'abord ce sont les mêmes manifestations que tout à l'heure du côté de l'appareil cardiovasculaire, mais la respiration s'arrête dès le début; bientôt apparaît la réascension de la pression sanguine, et, à ce moment, on voit s'établir brusquement une accélération considérable des battements cardiaques et la tension sanguine monte rapidement. Les choses se passent comme dans l'asphyxie; on note quelques grandes respirations spasmodiques avec chute de pression, puis une nouvelle réascension coïncidant avec l'arrêt définitif de la respiration et l'animal meurt le cœur arrêté en systole après quelques contractions fibrillaires incomplètes et précipitées.

Chez les animaux à sang froid l'action se manifeste surtout par le ralentissement des battements cardiaques qui augmentent fortement d'énergie; puis on constate un dédoublement diastolique net et quelquefois même systolique; enfin avec de fortes doses surviennent des pauses, des irrégularités et finalement l'arrêt systolique brusque.

2° *Comment s'exerce cette action hypotensive?* Les différentes expériences pratiquées tant sur les animaux à sang chaud que sur les animaux à sang froid montrent que la diminution de la tension sanguine est due, en presque totalité, à une action centrale exercée par la substance sur le système nerveux vasomoteur. La diminution de l'excitabilité du pneumogastrique, l'antagonisme existant entre cette substance et les convulsivants bulbomédullaires, la persistance d'action de l'adrénaline injectée simultanément chez le même animal, démontrent en effet cette influence centrale.

Ajoutons que cet extrait n'exerce aucune action hémolytique ou coagulante sur le sang.

RADIOGRAPHIE. — *Sur un nouveau signe de la mort réelle.* Note de M. E. de Bourgade de la Dardye.

Au sujet de la récente Communication de M. Vaillant relative à un *nouveau signe de la mort réelle* (1), je demanderai à l'Académie la permission de rappeler que ce signe a été constaté et décrit par moi en 1898.

(1) *Comptes rendus,* 18 novembre 1907, p. 885.

Le 23 avril de cette même année, je communiquai le résultat de mes observations à la *Société de Biologie*. Je présentai en particulier la radiographie que j'avais prise sur le corps du nommé *Poinsignon*, lequel avait été enterré, puis déterré, certains témoins ayant affirmé qu'il était seulement endormi d'un sommeil léthargique.

Je démontrai que l'immobilité complète du cœur et du diaphragme et par conséquent la réalité de la mort étaient établies par la netteté des contours que ces organes donnaient à l'épreuve radiographique.

Ces épreuves furent examinées par tous les membres de la *Société de Biologie* présents à cette séance et M. Dastre, je crois, proposa de faire des expériences sur les marmottes endormies du sommeil hibernal, afin de déterminer quel est dans cet état le degré d'immobilité de leurs organes circulatoires et respiratoires.

Mon travail, signalé à cette époque par la presse des deux mondes, a été publié en entier dans le journal *Les rayons X* du 23 avril 1898.

Dans le numéro suivant du même journal (30 avril) MM. Laborde et d'Arsonval apprécièrent l'importance pratique de ma Communication.

Poursuivant mes recherches à l'*École pratique* de la Faculté de médecine, je fis avec le professeur Poirier, alors chef des travaux anatomiques, de nombreuses radiographies de cadavres qui me permirent de montrer des photographies de l'*intestin* immobilisé par la mort.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur la parthénogenèse artificielle.* Note de M. **Jacques Loeb**.

M. Delage a récemment critiqué mes travaux dans une série de publications [1] remplies de tant d'interprétations inexactes qu'il est impossible de les corriger en une brève Communication. Je pense cependant que, pour empêcher une inextricable confusion de s'établir dans le domaine jusqu'ici très clair de la biochimie, il est indispensable de signaler les plus sérieuses de ces inadvertances.

1. M. Delage écrit (*loc. cit.*, p. 222) : « Il a été posé en principe par Loeb et par d'autres, et j'avais admis moi-même jusqu'ici, que l'emploi d'une solution hypertonique par rapport à l'eau de mer était une condition *sine qua non* de la parthénogenèse des œufs d'Oursins. »

(1) *Comptes rendus*, t. CXLV, nos 4, 9, 13, 1907.

M. Delage publie donc, comme nouvelles, des expériences instituées pour prouver que, dans certaines conditions, des solutions isotoniques peuvent aussi produire la parthénogenèse artificielle. Il oublie que le fait est connu depuis plusieurs années.

En 1903, mon ancien élève E.-P. Lyon a montré, à Naples, qu'on peut provoquer le développement parthénogénétique des œufs d'Oursin jusqu'au stade *Pluteus* en les traitant simplement par un acide, par exemple HCl, ou par KCN ([1]). En 1906, j'ai fait voir que si des œufs d'Oursins de Californie sont traités par un acide gras, de façon à produire une membrane, on peut obtenir leur développement en larves normales en les privant ensuite d'O pendant un certain nombre d'heures, ou en empêchant, à l'aide de KCN, les oxydations de se produire dans l'œuf ([2]). J'ai montré aussi que si, après la formation de la membrane, les œufs sont maintenus à une basse température, ils peuvent se développer en *Blastulæ* ([3]). En 1906, Kupelwieser a répété et confirmé plusieurs de ces expériences dans mon laboratoire ([4]). Dans toutes, la parthénogenèse artificielle était produite *sans user de solutions hypertoniques*. Toutes ces publications semblent ignorées de M. Delage.

2. M. Delage déclare (p. 222) : « Dans toutes ces expériences la solution était hypertonique et contenait de l'eau de mer, c'est-à-dire une faible proportion d'ions divalents. Loeb affirme que leur présence, en particulier celle des ions Ca, est nécessaire... En effet, j'ai pu obtenir une bonne proportion de larves avec une solution pure de NaCl. »

Depuis 1900 j'ai répété avec insistance que l'action parthénogénétique d'une solution hypertonique est déterminée seulement par la pression osmotique et qu'il est indifférent que cette pression soit produite par des électrolytes ou par des non-conducteurs ([5]).

M. Delage confond mes publications relatives aux effets antagonistes des ions avec celles concernant la parthénogenèse artificielle. J'ai montré qu'une solution pure de NaCl est un poison et que ses effets toxiques sont en partie inhibés par un métal divalent (non par tous les ions divalents, comme le croit M. Delage, mais spécialement par Ca). C'est là un fait de biologie générale et de pathologie applicable non seulement aux tissus animaux mais aussi à ceux des plantes. J'ai prouvé, et l'on sait généralement, que les effets toxiques d'une solution pure de NaCl demandent quelque temps pour se dissiper et, dans les premiers Mémoires que j'ai publiés sur ce sujet, M. Delage pourra

---

([1]) LYON, *Amer. Journ. of Physiology*, vol. IX, 1903, p. 308.

([2]) LOEB, *Univers. of California Publications*, vol. III, 1906, p. 33. Traduit dans *Untersuchungen zur künstlichen Parthenogenese*, Leipzig, 1906, p. 483.

([3]) *Loc. cit.* et *Biochemische Zeitschrift*, vol. I, 1906, p. 183.

([4]) KUPELWIESER, *Biologisches Centralblatt*, vol. XXVI, 1906, p. 744.

([5]) LOEB, *Amer. Journal of Physiol.*, vol. IV, 1900, p. 178. *Dynamik der Lebenserscheinungen*, 1906, p. 264.

lire que ce temps est de plus de 24 heures pour un muscle de Grenouille ou pour les œufs d'Oursin non fertilisés (¹). Quand M. Delage annonce que des œufs d'Oursin non fécondés placés dans une solution pure de NaCl pendant un peu plus d'une heure peuvent encore se développer, il n'y a là rien de surprenant.

3. M. Delage avance : « J'ai voulu soumettre à l'expérience la question de savoir si l'oxygène était indispensable, pour juger la théorie qui attribue la parthénogenèse à une fixation d'oxygène sur les œufs par les électrolytes agissant comme catalyseurs. Cette théorie est due à Loeb. »

Je n'ai jamais formulé une pareille théorie ni rien qui y ressemble. J'ai montré que les solutions hypertoniques déterminent la parthénogenèse seulement en présence de l'oxygène libre; mais, depuis que j'ai prouvé qu'elles agissent uniquement par leur pression osmotique, je n'ai jamais supposé que leur influence sur l'oxydation pût être attribuée aux électrolytes (en tant que tels) qu'elles peuvent renfermer. Au contraire, j'ai attribué leur action à la perte d'eau de la part de l'œuf [2].

4. A entendre M. Delage, il semble que j'aie affirmé que nulle action parthénogénétique ne peut s'exercer qu'en présence de l'oxygène libre. Il oublie que, en 1906, j'ai montré que le processus de formation d'une membrane sur les œufs d'Oursin a lieu tout aussi bien lorsque les oxydations sont supprimées grâce à KCN [3]. Il oublie aussi que, en 1906, j'ai montré que les œufs d'Oursin chez lesquels la membrane a été produite en les traitant par un acide gras peuvent se développer en *Plutei* normaux si on les prive d'oxygène pendant quelques heures ou si on les met en présence de KCN [4]. J'ai montré enfin, dans un certain nombre de Mémoires, que l'oxygène est un poison pour les œufs d'Oursin après la formation artificielle de la membrane, à moins qu'ils n'aient été traités pendant quelque temps par une solution hypertonique [5].

5. M. Delage demande (p. 452) : « Que deviennent, après cela, les théories qui font

---

(¹) Loeb, *Biochemische Zeitschrift*, vol. II, 1906, p. 81.

(²) If we finally raise the question, how it is possible that loss of water on the past of the egg influences its oxidations (Loeb, *University of California Publications*, t. III, 1906, p. 47. — *Untersuchungen*, p. 505).

(³) Loeb, *Biochemische Zeitschrift*, t. I, 1906, p. 191.

(⁴) Loeb, *Univ. of Calif. Publ.*, t. III, 1906, p. 35. — *Untersuchungen*, p. 487-490. — *Biochemische Zeitschrift*, t. I, 1906, p. 202.

(⁵) *Loc. cit.*

reposer le phénomène sur l'action des électrolytes agissant soit par les charges de leurs ions, soit comme oxydants, soit par leur pression osmotique? »

J'essayerai de répondre à cette question. Les deux premières *théories*, à savoir : la prétendue nécessité d'ions divalents ou la prétendue action oxydante des ions dans la parthénogenèse artificielle demeurent ce qu'elles ont toujours été : une mauvaise interprétation ou une connaissance insuffisante de mes travaux par M. Delage. Les effets parthénogénétiques des solutions hypertoniques (solutions d'électrolytes ou de nonconducteurs indistinctement) et la nécessité d'oxygène libre demeurent aussi ce qu'ils ont toujours été : des faits.

6. Enfin je voudrais rappeler que j'ai déjà publié, en 1900, le fait que des œufs d'Oursin non fertilisés peuvent se développer s'ils ont été placés pendant 2 heures dans une solution de saccharose, sans électrolytes. La solution que j'employais avait même une pression osmotique inférieure à celle employée par M. Delage (i. i. normale) (¹).

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie comparée des colonies d'Alcyonaires.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai eu l'occasion d'étudier récemment une intéressante collection d'Alcyonaires recueillie à Amboine (Moluques) par MM. Bedot et Pictet. Plusieurs de ces espèces sont nouvelles, si la plupart ont déjà été décrites par les naturalistes des récentes investigations sur la faune de l'océan Indien. Parmi ces formes inédites, deux retiennent l'attention. Leur valeur dépasse, en effet, celle de la systématique courante, pour remonter jusqu'à la morphologie et aux principes mêmes d'après lesquels s'établit l'organisme colonial des Octactiniaires.

L'une de ces espèces appartient à la famille des Clavularidés. Je la considère comme constituant un genre nouveau et je la nomme *Pachyclavularia erecta*. Ses colonies, au lieu de s'étaler en surface, se dressent en hauteur. La cause en est due à la grande épaisseur de la mésoglée des membranes basilaires. Des variations se montrent à cet égard; mais certains échantillons accentuent assez cette disposition pour en avoir une conformation massive. L'indication est de haute portée, car elle montre, chez les Alcyonaires, le passage des colonies rampantes aux colonies érigées, et l'un des moyens employés pour accomplir cette transition.

(¹) Loeb, *Untersuchungen*, p. 160.

Le fait est du même ordre que celui d'un genre voisin (*Hicksonia*), bien qu'obtenu d'une manière différente. MM. Y. Delage et Hérouard (*Traité de Zoologie concrète: Cœlentérés*) ont créé ce genre pour certains exemplaires de *Clavularia viridis* Q et G, dont l'assemblage colonial se dresse en hauteur. Ce résultat s'obtient ici, non pas grâce à l'épaississement de la membrane basilaire, mais à la production latérale de tubes d'union placés à diverses hauteurs. *Hicksonia*, dans la pensée de ses créateurs, possède plus qu'une stricte valeur taxonomique; il a surtout de l'importance morphogénétique. Tel est aussi le cas de *Pachyclavularia*, qui montre un autre degré de la succession des formes.

La seconde espèce est une Virgularide. Je l'ai nommée *Svavopsis elegans*, car elle ressemble à *Svava* Kor. et Dan. par son caractère essentiel, la privation des lames polypifères, mais elle diffère de lui en ce qu'elle manque de calices. Cette forme contribue à relier entre eux les deux principaux types coloniaux des Pennatulides.

L'un de ces types est celui des Pennines; il se fait remarquer par une symétrie bilatérale des plus nettes, accompagné d'une répétition des parties homologues représentées par les lames polypifères. L'autre est celui des Juncines, où la symétrie bilatérale s'accuse à peine et manque parfois. Quelques groupes font un passage de celui-là à celui-ci, d'abord en ménageant une bande longitudinale (ventrale) nue, puis en produisant une seconde bande identique, opposée (dorsale), et la rendant de plus en plus distincte, enfin en groupant les polypes par files transversales, au lieu de les laisser épars. Cette série de transition est celle des Kophobelemnines, des Anthoptilines, des Stephanoptilines et des Funiculines. Elle se termine par le groupe des Virgularines, où s'offre le début des lames polypifères. Or, *Svavopsis* prend ici place, car il équivaut à une Virgularine privée de lames; il se range, sur ce sujet, à la hauteur des Funiculines.

Ces passages des colonies étalées aux dressées et, parmi ces dernières, de la symétrie radiaire à la symétrie bilatérale avec répétition des pièces homologues, me paraissent avoir une réelle importance en morphogenèse. Les Alcyonaires offrent, en effet, ceci de particulier, contrairement aux autres Anthozoaires, que la différenciation s'adresse chez eux aux colonies mêmes, vraiment établies à la manière d'organismes individuels de plus en plus stricts, et non pas aux polypes. Aussi les indications fournies par de tels groupements sur leur ordonnance propre sont-elles dignes de retenir l'attention et d'entrer en compte dans l'évaluation des causes probables de la symétrie bilatérale comme de la disposition métamérique.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le diagnostic de la tuberculose des animaux, notamment des Bovidés, par l'emploi simultané de l'ophtalmo- et de la cuti-dermo-réaction.* Note [1] de M. J. **Lignières**, présentée par M. A. Chauveau.

Bien que les savants qui les ont essayées reconnaissent une grande valeur à la réaction de Von Pirket et à celle de Wolff-Eissner, il ne semble pas qu'on ait jusqu'ici retiré tout le bénéfice possible de ces nouveaux procédés de diagnostic de la tuberculose.

Les injections sous-cutanées de tuberculine resteront longtemps encore un bon moyen de contrôle; cependant je ne crois pas me tromper en disant que l'emploi simultané de l'ophtalmo-cuti-dermo-réaction, dans des conditions que je vais brièvement indiquer, est destiné à supplanter, dans beaucoup de cas, les injections classiques de tuberculine.

Mes recherches démontrent qu'il faut tenir grand compte de la quantité et de la qualité de la tuberculine : non seulement celle-ci sera employée *pure*, mais encore il est utile de la concentrer un peu plus qu'à l'ordinaire. Pour l'ophtalmo-réaction on a avantage à diminuer le plus possible la quantité de glycérine.

En dehors de la réaction après scarification, de Von Pirket (dermo-réaction ou DR), j'en ai fait connaître une autre obtenue par simple friction de tuberculine brute sur la peau rasée (cuti-réaction ou CR). La fusion des deux procédés donne la cuti-dermo-réaction (CDR). L'ophtalmo-réaction sera désignée par OR.

Pour dévoiler la tuberculose chez les Bovidés, j'emploie simultanément l'ophtalmo-réaction et la CR ou encore les trois réactions (OCDR) qui ne se gênent aucunement.

Pour obtenir l'OR, on dépose une goutte de tuberculine brute sur le milieu de la conjonctive, la paupière supérieure étant retournée. Les larmes qui se produisent après le léger massage de l'œil sont une cause d'échec possible; c'est pourquoi la tuberculine doit être employée non diluée.

Dans ces conditions, le tuberculeux donne toujours une OR très nette, parfois visible avant la troisième heure et caractérisée par du larmoiement, de l'hyperhémie de la conjective et surtout la formation de caillots d'un pus blanc presque uniquement constitués de polynucléaires. La présence de ce pus est nécessaire pour la sûreté de la

---

[1] Présentée dans la séance du 18 novembre 1907.

réaction; elle ne fait d'ailleurs jamais défaut chez les tuberculeux quand on opère correctement.

L'OR persiste environ 12 heures, parfois davantage; elle n'apparaît quelquefois qu'après la quinzième heure. Sur plus de 200 cas de tuberculose elle a toujours été nette et positive.

Je pratique la CR immédiatement après l'instillation de l'œil en un point où la peau est souple, de préférence à l'encolure. La peau est rasée, puis frictionnée avec 4 à 6 gouttes de tuberculine brute. Il apparaît généralement après 24 heures une inflammation œdémateuse, chaude, rouge, sensible, complétée souvent par une éruption, puis des croûtes.

La réaction est, en général, massive et de constatation facile. Parfois elle tarde jusqu'au deuxième ou au troisième jour; mais elle dure depuis 3 ou 4 jours jusqu'à plusieurs mois. Elle ne se produit pas chez les sujets non tuberculeux.

Après avoir rasé la peau on peut la scarifier, puis procéder à la friction de tuberculine; c'est la cuti-dermo-réaction. La CR peut être faite d'un côté et la DR de l'autre.

L'une et l'autre n'entravent ni l'ophtalmo-réaction ni la réaction classique. Cette dernière ne nuit pas à l'OR.

La CR et la DR ne sont pas d'ordinaire sensiblement empêchées par l'injection sous-cutanée faite simultanément.

Par contre, sur les animaux en pleine réaction thermique ou qui ont reçu depuis deux jours seulement une injection de tuberculine, la CR et la CDR sont nettement atténuées et retardées; par conséquent, elles ne sont pas toujours complètement empêchées.

Dans la pratique, OR et CR se contrôlent et se complètent mutuellement : la première apparaît très vite et disparaît assez tôt; elle est, comme l'a montré Calmettes, la plus sensible et la plus fidèle; la seconde, plus lente, persiste beaucoup plus longtemps, ainsi que l'a indiqué Vallée.

Si OR seule a été nettement positive, l'animal est très suspect; il faut recommencer la CR ou la CDR.

Lorsqu'il est utile d'empêcher la fraude qui consiste à laver la peau éprouvée par scarification ou friction, je me sers d'une tuberculine dans laquelle sont émulsionnés des bacilles tuberculeux morts qui ajoutent leur action à celle de la tuberculine.

Actuellement j'ai dépassé le chiffre de 200 applications simultanées d'ophtalmo-cuti-réaction sur des bovins tuberculeux. Jusqu'ici tous les animaux ayant réagi à l'injection sous-cutanée de tuberculine ont donné une OCR positive. Par contre, des animaux tuberculeux n'ayant présenté qu'une réaction douteuse, ou même aucune réaction après injection, ont répondu positivement à l'OCR ou à l'OCDR. Enfin ces deux dernières sont restées négatives chez les animaux sains.

Dans l'actinomycose, et comme l'a vu Moussu, l'injection classique de tuberculine et l'ophtalmo-cuti-réaction peuvent donner une réaction positive.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *La sécrétion comparée des deux reins dans le diabète hydrurique*. Note de MM. **C. Fleig** et **E. Jeanbrau**, présentée par M. F. Guyon.

Le problème physiologique si discuté de la sécrétion comparée des deux reins n'a jamais, à notre connaissance, été étudié chez l'homme dans les cas où l'activité de cette sécrétion est extraordinairement accrue, comme dans les polyuries nerveuses par exemple. Celles-ci doivent cependant être des plus favorables à une étude de ce genre, l'hyperactivité sécrétoire intense pouvant exagérer dans de fortes proportions les différences susceptibles d'exister dans le travail des deux glandes. Nous avons eu l'occasion d'utiliser à ce point de vue un cas remarquable de diabète nerveux insipide d'origine traumatique, où la quantité d'urine des 24 heures s'élevait à 20^l : les résultats obtenus démontrent de la façon la plus nette l'alternance du travail des deux reins.

Chez notre polyurique nous avons pratiqué deux fois la séparation vésicale au moyen de l'appareil de Luys et recueilli chaque fois pendant 1 heure l'urine de chaque rein, après nous être assurés préalablement de l'étanchéité parfaite de la cloison intra-vésicale. Les échantillons d'urine étaient récoltés de 10 en 10 minutes ou pendant des périodes de temps plus petites : on suivait ainsi facilement les modifications respectives de la sécrétion de chaque rein aux différents moments considérés. Le Tableau suivant, pris entre d'autres analogues, est un exemple typique de la marche des deux sécrétions pendant deux périodes consécutives de 10 minutes.

		Rein droit.		Rein gauche.	
Première période de 10 minutes.	Quantité	110^{cm^3}		61^{cm^3}	
	Densité	1001 faible		1001	
	Réaction	neutre		neutre	
		Pour 1000^{cm^3}.	Quantité en 10 min.	Pour 1000^{cm^3}.	Quantité en 10 min.
	Urée	0,695	0,0764	1,115	0,0680
	Phosphates	0,004	0,0044	0,06	0,0036
	Chlorures	1,25	0,1375	1,30	0,0790
	Albumine	néant		néant	
	Sucre	néant		néant	

Deuxième période de 10 minutes immédiatement consécutive à la première.

	Rein droit.		Rein gauche.	
Quantité	32^{cm^3}		152^{cm^3}	
Densité	1001		1001 faible	
Réaction	neutre		neutre	
	Pour 1000^{cm^3}.	Quantité en 10 min.	Pour 1000^{cm^3}.	Quantité en 10 min.
Urée	0,558	0,0176	0,76	0,1155
Phosphates	0,050	0,0016	0,05	0,0070
Chlorures	1,100	0,0352	1,20	0,1155
Albumine	néant		néant	
Sucre	néant		néant	

Ce Tableau montre nettement que les deux reins sécrètent pendant le même espace de temps des quantités d'urine extrêmement différentes et de composition très dissemblable. Pour le rein qui sécrète le plus d'eau, la teneur de l'urine en matériaux solides est plus faible que pour l'autre, mais la différence dans le volume de l'urine est néanmoins assez forte pour que le rein le plus polyurique soit aussi celui qui élimine le plus de matières solides.

On voit en outre sur ce Tableau que *les rapports de la sécrétion des deux reins, comparés pendant deux périodes de dix minutes consécutives, peuvent varier dans de larges proportions et même arriver à s'inverser :* ici, en effet, le rein qui pendant la première période fournissait le travail le plus considérable (rein droit) n'exécute, pendant la seconde, qu'un travail très inférieur à celui de son congénère, et cela au double point de vue de l'élimination de l'eau et des matières dissoutes. Ces fait montrent avec la plus grande netteté qu'il existe une alternance dans le travail des deux reins.

Cette dissemblance de travail s'accompagne de *variations corrélatives dans l'activité circulatoire des reins et dans l'état de leur perméabilité.* C'est ce que nous ont montré l'analyse cryoscopique et les deux épreuves de la phloridzine et du bleu de méthylène. On sait que l'examen comparé de la *diurèse moléculaire totale* $\left(\frac{\Delta V}{P}\right)$, de la *diurèse moléculaire achlorée* $\left(\frac{\delta V}{p}\right)$ et du *taux des échanges* $\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)$ peut donner certaines indications sur l'activité de la circulation glomérulaire : or les conclusions auxquelles nous a conduits cet examen, répété sur les divers échantillons d'urine des deux périodes, indiquent pour le rein qui sécrète le plus une accélération de cette circulation.

Les deux épreuves du bleu de méthylène et de la phloridzine ont été faites

simultanément. Au deux moments différents où le bleu et le sucre ont commencé à apparaître dans l'urine, c'était le rein gauche qui sécrétait le plus d'urine (112^{cm^3} en 15 minutes alors que le droit ne donnait que 27^{cm^3}), et le début de l'élimination s'est produit pour les deux substances quelques minutes avant pour ce même rein (respectivement 13 et 17 minutes à gauche, et 16 et 22 minutes à droite). De plus le maximum d'intensité de l'élimination du bleu a été atteint plus vite à gauche qu'à droite. Avec la phloridzine, les résultats ont été de même sens.

Nous concluons de façon ferme que la marche du travail des deux reins n'est nullement parallèle, soit pour l'excrétion de l'eau, soit pour l'excrétion des matières dissoutes, mais qu'elle est régie par une série d'oscillations établissant un vrai balancement de l'un à l'autre.

Ces conclusions viennent à l'appui de celles de Gall et Ludwig, Max-Hermann, Grützner, Conheim et Roy, Albarran. Il sera intéressant de les vérifier dans d'autres cas de diabète, insipide ou sucré.

MÉDECINE. — *Cultures de tuberculose* in vivo *et vaccination antituberculeuse.* Note de M. **Moussu**, présentée par M. d'Arsonval.

Je m'étais proposé, dès 1903, de voir si, en réalisant des cultures de tuberculose dans l'organisme d'animaux sains et suivant le procédé connu des cultures *in vivo*, il ne serait pas possible d'obtenir soit un sérum antituberculeux efficace, soit une vaccination des sujets soumis à l'épreuve. Théoriquement, il semblait logique de penser que, sans infecter les organismes en expérience, les poisons et produits diffusibles qui s'échapperaient de ces cultures bacillaires développeraient dans ces organismes des propriétés nouvelles, capables de recevoir une utilisation déterminée.

Dans ce but, j'ai effectué depuis cette époque, soit par la méthode des sacs de collodion, soit surtout par la méthode des filtres (bougies F), des cultures *in vivo* chez différentes espèces (bovine, ovine, caprine et canine); j'ai étudié les effets physiologiques de ces cultures chez des animaux tuberculeux et chez des animaux sains; j'ai recherché à différentes reprises, après 6 mois, 1 an, 18 mois et 2 ans de séjour de cultures *in vivo*, les qualités du sérum des animaux sains, ainsi que leur résistance à l'infection expérimentale contre la tuberculose et, de ces recherches, je suis arrivé aux conclusions suivantes :

A. — Lorsqu'on opère sur des animaux tuberculeux (animaux de l'espèce bovine) avec des cultures abondantes et florissantes :

1° On provoque une réaction thermique comparable à celle déterminée par une injection de tuberculine.

2° La température fébrile ne revient que lentement à la normale, parfois seulement après plusieurs jours, et elle oscille ultérieurement autour de cette normale sans écarts marqués.

3° L'état général des malades tuberculeux ne semble pas autrement modifié par la présence de la culture à l'intérieur de leur cavité abdominale. Rien dans les signes cliniques présentés par ces malades ne semble indiquer d'amélioration ou d'aggravation.

B. — Lorsqu'on opère dans les mêmes conditions, sur des animaux sains :

1° L'introduction de la culture *in vivo* dans l'organisme ne produit ni trouble immédiat, ni réaction thermique, et une injection de tuberculine, pratiquée dans les jours qui suivent, reste sans effet.

2° La réaction à la tuberculine apparaît avec ses caractères classiques environ 1 mois après la mise en place de la culture; elle se renouvelle durant des mois, tant que la culture reste vivante. Il en résulte donc que des animaux non tuberculeux peuvent réagir positivement, ce qui, à mon avis, démontre *que la réaction à la tuberculine n'est pas une réaction qui tient à la présence même de bacilles tuberculeux dans un organisme, mais bien une réaction d'imprégnation de cet organisme par des produits toxiques élaborés par le bacille de Koch.*

3° Les animaux sains (bêtes bovines), porteurs de cultures de tuberculose *in vivo*, ne semblent pas sensiblement impressionnés par cette épreuve, leur développement reste parfaitement régulier. Les chiens supportent moins bien la même épreuve; leur état de santé est troublé.

C. — En ce qui concerne les propriétés du sérum des animaux sains porteurs de cultures de tuberculose *in vivo* depuis 6 mois, 1 an et 2 ans :

1° Ce sérum ne semble doué que de propriétés antituberculeuses très faibles, insuffisantes pour recevoir une application pratique.

2° Les séries d'animaux (cobayes, lapins, chiens et chèvres), tuberculisés expérimentalement et soumis au traitement par les injections de sérum dont il est parlé, deviennent tuberculeux moins vite que des témoins et avec des lésions en général moins étendues; mais ils succombent néanmoins dans des délais peu différents de ceux des témoins.

D. — Enfin, pour ce qui concerne la vaccination, ou mieux la résistance des animaux soumis aux cultures *in vivo*, contre une infection expérimentale régulière :

1° Tous les animaux soumis aux cultures *in vivo* se sont tuberculisés, peut-être plus lentement et avec des lésions moins étendues.

2° L'entretien, même prolongé, de cultures de tuberculose *in vivo* ne fait pas de vaccination antituberculeuse efficace et utile.

MÉDECINE. — *Stérilisation ovarique chez la femme par rayons X*. Note de M. **Foveau de Courmelles**, présentée par M. d'Arsonval.

Comme suite à mes Communications des 11 janvier 1904 et 27 février 1905 sur l'action profonde des rayons X (régression des fibromes et stérilisation ovarique), j'apporte un total de 53 cas où les rayons X ont agi et stérilisé en exigeant un nombre de séances variant de 18 à 160 et de rayons bien perpendiculaires à la région, ce qui exclut la possibilité de stérilisation criminelle par surprise. L'âge des femmes a varié de 31 ans à 57 ans, et 11 de 31 ans à 40 ans ont réagi de manière plus lente que les femmes plus âgées; mais, sauf l'exception d'une femme de 41 ans, toutes sont arrivées prématurément à la ménopause (leurs mères et aïeules n'ayant eu ce phénomène qu'après 50 ans).

PATHOLOGIE. — *Individualisation, graduation et localisation méthodiques de la cure d'altitude appliquée au traitement de la tuberculose*. Note de M. **Christian Beck**, présentée par M. Alfred Giard.

1. On sait aujourd'hui que la pureté bactériologique de l'air dépend beaucoup moins de l'altitude que du nombre d'habitants vivant dans la localité observée. On peut la rencontrer au désert, on ne la trouvera pas dans les stations d'altitude en vogue, quelle que soit leur supériorité à cet égard sur les campagnes de la plaine. Ce fait indique que la guérison des tuberculeux sera facilitée, dans une mesure importante, par l'aérostathérapie, seul traitement par l'altitude qui puisse, en fait, être suivi en dehors de toute agglomération.

2. Ce n'est pas seulement la pureté bactériologique de l'air, mais aussi sa pureté chimique, que l'aérostathérapie est seule à même de fournir au tuberculeux. En effet, ce n'est qu'à une certaine hauteur au-dessus du sol qu'il y a absence complète de poussières végétales et minérales.

3. La cure en ballon permettra de graduer progressivement la dose d'altitude en fonction de l'acclimatation réalisée par le malade. On pourra aller de 1000^m à 2000^m et plus.

4. Elle permettra d'individualiser la dose d'altitude. Dans un sanatorium, par exemple, certains malades ne pourront pas dépasser 800^{m} au-dessus du niveau de la mer, tandis que d'autres pourront faire la cure à 2000^{m}.

5. Une particularité non moins importante de l'aérostathérapie, c'est que le malade pourra s'élever au-dessus des brouillards qui assombrissent si souvent, en été, les stations d'altitude de la Suisse. On pourra ainsi *localiser* la cure selon l'état du temps. Le nombre annuel de belles journées mis à la disposition du tuberculeux deviendra relativement très élevé. Le tuberculeux, en atteignant les régions soumises à une bienfaisante insolation, verra s'étendre à ses pieds la *mer de nuages* dans laquelle baignent si souvent les habitants de l'altitude alpestre.

6. Le fréquent changement d'air résultant de l'aérostathérapie paraît devoir être favorable au tuberculeux.

7. La cure serait diurne. Les malades la feraient en groupe dans une galerie suspendue à un ballon captif, dont la technique, au point de vue de la capacité d'élévation qu'ont actuellement ces engins, pourrait être perfectionnée.

L'importance de l'altitude dans le traitement des maladies des voies respiratoires est trop connue pour qu'il soit utile d'insister ici sur l'avantage d'un système qui permettrait de méthodiser l'emploi de cet élément de cure et d'en assouplir presque à l'infini l'application et l'expérimentation.

PALÉOBOTANIQUE. — *Sur la position systématique des tiges fossiles appelées* Psaronius, Psaroniocaulon, Caulopteris. Note de M. **Fernand Pelourde**, présentée par M. R. Zeiller.

On sait, d'après les recherches de M. Grand'Eury [1], que les *Psaronius*, les *Psaroniocaulon*, les *Caulopteris*, les *Stipitopteris* et les vrais *Pecopteris* ne sont pas des formes distinctes; ils constituent les diverses parties d'individus que l'on a rapportés au groupe des *Marattiales* à cause de la structure de leur tige et de leurs racines, ainsi que de leurs organes fructificateurs disposés en *Asterotheca* et *Scolecopteris*.

Toutefois, les frondes des plantes ainsi constituées ont été considérées

(1) *Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France*, p. 79, 82, 98.

comme différant de celles des *Marattiacées* actuelles par la disposition de leur système vasculaire.

On sait déjà que les espèces de *Caulopteris* ont été établies d'après les diverses formes de leurs traces foliaires, qui peuvent se ramener à deux types fondamentaux. Mais M. Zeiller a montré que, chez le *Caulopteris varians*, on trouve ces deux types associés sur un même individu [1].

La présente Note a pour but de montrer que, chez les *Marattiacées* vivantes, contrairement à ce qu'on a affirmé, les variations de structure du système fasciculaire sont analogues à celles que l'on rencontre chez les *Caulopteris*.

En effet, dans un rachis d'ordre secondaire d'*Angiopteris erecta*, par exemple, l'arrangement des faisceaux subit les modifications suivantes :

A la base du rachis, on rencontre, sur une coupe transversale, deux cercles de faisceaux, dont le plus interne est plus rapproché de la partie supérieure du cercle externe que de sa partie inférieure. Puis un des faisceaux supérieurs du cercle interne se fusionne avec un du cercle externe, et l'on a, en dedans de ce dernier, non plus un cercle, mais un arc, dont la forme, à mesure que le niveau s'élève, se rapproche de plus en plus de celle d'une bande transversale rectiligne. A un certain moment, on voit se réunir deux larges faisceaux appartenant, l'un à la bande interne, l'autre à la partie supérieure du cercle externe. Le faisceau résultant de cette union a sensiblement une forme d'X ; il s'étrangle de plus en plus dans le sens du plan de symétrie du rachis, et finit par se diviser en deux nouveaux faisceaux, ayant chacun une forme d'arc à concavité tournée du côté externe. L'ensemble de tous les faisceaux présente alors également une forme d'arc, dont la concavité est tournée du côté supérieur, et dont les bords sont recourbés vers l'intérieur. Plus haut, les deux faisceaux qui viennent de se séparer se réunissent à nouveau, et le faisceau en X ainsi obtenu se divise ultérieurement en deux autres ; le sens de la division est perpendiculaire à celui du plan de symétrie, et l'on a, comme précédemment, un cercle externe de faisceaux, et, en dedans de ce dernier, d'autres faisceaux disposés suivant une bande transversale. Puis, ultérieurement, par un processus analogue à celui que j'ai décrit plus haut, on revient encore à la forme d'arc.

Ainsi, dans l'appareil conducteur de la fronde de l'*A. erecta*, on trouve deux formes équivalant à celles que l'on a observées dans les cicatrices des *Caulopteris*, et aussi sur les coupes transversales des *Stipitopteris* [2], savoir :

---

(1) *Etudes sur le terrain houiller de Commentry : Flore fossile*, 1re partie, p. 326-328 et Pl. 35.

(2) Voir, au sujet des *Stipitopteris*, Grand'Eury, *loc. cit.*, p. 80, et Zeiller, *Flore fossile du bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac*, 1re Partie, *Pl. XX*, *fig.* 5, 6, 7.

d'un côté, une ligne externe de faisceaux fermée, renfermant à son intérieur des faisceaux ordonnés suivant une bande transversale; de l'autre, un arc ouvert en haut, et dont les bords sont recourbés en dedans.

Si l'on considère maintenant les *Pecopteris*, on sait que certains fragments de leur rachis, à structure conservée, ont présenté un seul faisceau arqué, concave du côté supérieur, et dont les extrémités sont recourbées en dedans (1).

J'ai également trouvé cette forme chez l'*Angiopteris erecta* et j'ai pu la rattacher aux formes précédentes.

Dans un rachis d'ordre secondaire de l'*A. erecta*, en effet, l'appareil conducteur, après avoir acquis la forme d'arc que j'ai signalée plus haut, se modifie de la façon suivante :

Le nombre des faisceaux diminue de plus en plus et l'on arrive à en avoir seulement trois, un inférieur et deux supérieurs; ces derniers donnent encore à l'ensemble une forme générale d'arc. Puis, ils se réunissent bout à bout, et, finalement, on n'a plus que deux faisceaux situés, l'un du côté supérieur, l'autre du côté inférieur. Ces deux faisceaux entrent dans la pinnule terminale qui est située dans le prolongement du rachis. Toutes les pinnules latérales reçoivent également, dans le rachis de troisième ordre qui les porte, deux faisceaux, l'un supérieur, l'autre inférieur. Le faisceau supérieur se coupe en deux parties qui vont se souder chacune à une extrémité du faisceau inférieur, généralement l'une après l'autre; quelquefois même le faisceau supérieur et le faisceau inférieur se soudent l'un à l'autre par une de leurs extrémités avant que le premier ne se soit divisé. En tous cas, on a finalement, dans la nervure médiane de chaque pinnule, un seul faisceau en forme d'arc ouvert du côté supérieur et à bords recourbés en dedans, exactement comme chez les *Pecopteris*.

Ainsi l'étude de la fronde des *Marattiacées* vivantes permet de relier l'un à l'autre les deux modes d'organisation que l'on observe, d'une part chez les *Stipitopteris* et dans les cicatrices foliaires des *Caulopteris* et d'autre part chez les *Pecopteris*.

Les frondes portées jadis par les *Caulopteris* présentaient donc dans leur structure des caractères de Marattiacées très nets, et les différences que l'on a signalées entre elles et celles des *Marattiacées* actuelles sont de peu d'importance.

Dans un prochain travail, je développerai les données que je viens de résumer.

---

(1) BERNARD RENAULT, *Cours de Botanique fossile*, 3e année, p. 128, et *Pl. XXII, fig.* 1. — *Flore fossile du bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac*, 2e Partie, p. 7.

M. E. **Ducretet** adresse une Note intitulée : *Dispositifs d'accord accouplés, permettant la réception simultanée de radiotélégrammes sur une même antenne.*

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 18 novembre 1907.)

Note de M. *Moreux,* Sur le passage de Mercure du 14 novembre 1907 à l'Observatoire de Bourges :

Page 858, ligne 9 en remontant, *au lieu de* $10^h35^m9^s,5$, *lisez* $10^h35^m19^s$.
Même page, ligne 8 en remontant, *au lieu de* $31^s,5$, *lisez* 22^s.
Même page, ligne 2 en remontant, *au lieu de* $13^h57^m32^s,3$, *lisez* $13^h57^m21^s$.
Même page, même ligne, *au lieu de* $12^s,7$, *lisez* 24^s.
Page 859, ligne 3, *au lieu de* $3^h22^m21^s,8$, *lisez* $3^h22^m2^s$.
Même page, ligne 4, *au lieu de* plus courte, *lisez* plus longue en réalité de 2^s.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1907,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHAUVEAU.

M. A. **Chauveau** prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Le devoir imposé par la tradition, au Président de l'Académie des Sciences, de saluer une dernière fois les Confrères que nous avons perdus, depuis notre dernière séance annuelle, n'aura jamais été plus lourd qu'aujourd'hui. La mort a frappé de trop nombreux coups sur notre Compagnie. Ils ont été d'autant plus cruels qu'ils sont tombés sur les meilleurs et les plus illustres de ses membres, sur des hommes qui avaient rendu des services exceptionnels à la Science, honoré l'Institut et accru la gloire de leur pays.

» C'est notre Section de Minéralogie et de Géologie qui a été touchée la première. Elle perdait **Marcel Bertrand** le 13 février. C'était de l'aveu de tous ses confrères et collègues le chef incontesté de l'école orogénique et tectonique française. Rien ne plaide mieux en faveur de l'œuvre de Marcel Bertrand — et aussi du caractère de l'ouvrier qui l'a édifiée — que l'empressement cordial, chaleureux, enthousiaste qu'ils mettent à renseigner les profanes sur l'originalité, la valeur et la portée de ses travaux.

» La belle intelligence de notre confrère s'était manifestée dès ses premières études, surtout dans son passage par cette École polytechnique, où son père a laissé d'impérissables souvenirs. Devenu ingénieur des Mines, Marcel Bertrand se sentit attiré par la Géologie. Ses premiers travaux eurent pour objet le Jura, jusqu'alors réputé la terre classique des ondulations régulières. Il y découvrit un certain nombre d'accidents compliqués qui l'amenèrent à généraliser la notion des « lambeaux de recouvrement ».

» Abordant ensuite, en géomètre de race qu'il était, l'étude des cartes

géologiques de la Suisse, il reconnut l'impossibilité d'expliquer comme on le faisait en ce temps certaines superpositions anormales. Il lui vint alors à l'esprit de rapprocher la tectonique des Alpes de celle du bassin houiller franco-belge et, en 1884, par une véritable intuition de génie, il proposa, pour le célèbre accident connu sous le nom de *double pli de Glaris*, une explication d'une grande hardiesse, où se trouvait en germe la conception des charriages lointains, destinée à s'imposer 20 ans plus tard avec une force irrésistible.

» Séduit, plus que tout autre, par les belles généralisations de notre illustre associé, M. Édouard Suess, l'auteur de *La face de la Terre*, Marcel Bertrand tint à honneur de présenter au public la traduction française de l'Ouvrage en l'accompagnant d'une Préface magistrale. En même temps, il dirigeait son attention vers la Provence, dont personne avant lui n'avait bien compris la structure, étonnamment disloquée sous l'apparence uniforme de la topographie. Comparant l'allure curieuse du bassin de Fuveau avec celle des terrains houillers du Nord, il sut donner dans une brillante synthèse une formule générale, aussi ingénieuse que saisissante, des refoulements qui ont si étrangement compliqué la structure des assises carbonifères dans l'Artois et le Hainaut.

» En attribuant, en 1895, la succession de Pasteur à Marcel Bertrand, l'Académie sanctionnait par ses suffrages une renommée déjà bien établie, mais appelée à grandir rapidement encore, à mesure que les études de précision poursuivies dans les Alpes viendraient justifier et même dépasser les prévisions émises avec tant de sagacité par le professeur de l'École des Mines.

» Marcel Bertrand s'éteignait au commencement de 1907 et la dernière manifestation de son activité scientifique date de l'année 1900. Dans cette longue période de 7 années, alors qu'il était à l'âge le plus favorable à la production cérébrale, rien ne sort plus de sa plume et sa bouche reste muette. On sait la triste cause de ce long silence. Marcel Bertrand avait dû assister, impuissant à la conjurer, à l'effroyable catastrophe qui lui ravissait un de ses enfants. Il fut la seconde victime de ce terrible drame. Les troubles circulatoires qui succédèrent à sa cruelle émotion exercèrent bientôt leur funeste contre-coup. A partir de ce moment se déclare et se prononce la baisse de son activité physique et intellectuelle.

» Cet engourdissement n'empêcha pas notre confrère d'être aussi assidu à nos séances qu'au temps où il nous éblouissait par l'éclat de son brillant et vigoureux esprit. Quel chagrin, pour nous, d'assister à sa graduelle atté-

nuation! Il se doublait de celui de deux familles chères à notre Académie. Au moins avions-nous la consolation du sourire aimable et bienveillant avec lequel Marcel Bertrand continuait à nous accueillir, témoignant ainsi du plaisir qu'il éprouva jusqu'au dernier moment à se rencontrer avec ses confrères et amis.

» Marcel Bertrand venait à peine de nous quitter que l'Académie apprenait avec stupeur que **Moissan** disparaissait à son tour. En quelques jours, quelques heures pourrait-on dire, notre illustre confrère succombait aux suites d'une grave appendicite. Moins rapide et moins brutal que l'accident qui supprimait Curie l'année dernière, le coup qui frappait Moissan était tout aussi imprévu et tout aussi cruel : cruel pour les siens, pour ses amis, pour l'Académie tout entière; funeste pour la Science, que Moissan servait avec tant d'éclat, pour notre pays dont il était l'honneur aux yeux des chimistes du monde entier!

» Lui, au moins, échappa à la graduelle et implacable décadence dont a souffert notre pauvre Marcel Bertrand. Moissan aura eu l'avantage de mourir en quelque sorte debout, en pleine activité physique et intellectuelle, comme les jeunes et les vaillants *aimés des Dieux!*

» Moissan commençait à travailler au moment où la Chimie organique achevait d'inaugurer le prodigieux essor qu'elle a pris de nos jours. Il ne fut pas de ceux qui se laissèrent entraîner dans son sillage. Élève du laboratoire de Frémy au Muséum, il s'adonna à la Chimie minérale. Ni la Science, ni lui, ni nous n'eûmes à le regretter. Ceux qui feront son éloge académique se trouveront en présence d'une des œuvres les plus intéressantes de la Chimie contemporaine. On n'a que l'embarras du choix pour justifier par de célèbres exemples l'exactitude de ce jugement sommaire sur l'œuvre de Moissan. Mais il convient surtout de rappeler les principes et la méthode dont il s'est inspiré dans la création de cette œuvre.

» Moissan avait été frappé de bonne heure par les succès que Henri Sainte-Claire Deville avait obtenus en s'adonnant à la Chimie physique, c'est-à-dire à l'étude de l'influence exercée par les actions physiques sur la constitution chimique des corps minéraux. Il admirait les phénomènes de dissociation provoqués entre les éléments qui entrent dans cette constitution, quand ces éléments sont soumis à des conditions déterminées de température et de pression. Un jour, à l'apogée de sa carrière, Moissan s'attachera avec une obstination sûre d'elle-même à ces conditions de température et de pression. Pour leur communiquer leur summum d'activité, il imaginera

de nouveaux et particulièrement puissants moyens, et il en obtiendra la production artificielle du diamant. Auparavant, il aura tiré, de l'acide fluorhydrique, le fluor à l'état libre, en s'adressant à une autre action physique, celle de l'électricité, et en déterminant les conditions qui rendent l'acide fluorhydrique sensible à l'électrolyse.

» Dans les annales de la Science, on rencontre peu de sujets offrant plus d'intérêt que l'isolement du fluor. Si elle était racontée très simplement dans tous ses détails, par un narrateur de métier, l'histoire véridique de cet isolement exercerait autant d'attrait qu'un beau roman. On y trouve tous les éléments avec lesquels se constitue le succès des œuvres d'imagination. Le dramatique coup de théâtre n'y manque même pas : une dure déception survenant à l'improviste dans les plus émotionnantes circonstances et donnant au triomphe final, à la conquête définitive du fluor libre, un grand surcroît d'éclat.

» On sait comment la préparation de ce corps, après avoir été complètement réussie par Moissan, échoua misérablement, quand il voulut la réaliser devant la Commission chargée par notre Académie de contrôler l'expérience. Le courant électrolysant refusa absolument de s'établir devant les juges que Moissan s'était choisi. On était ramené aux insuccès de Frémy, qui avait tenté le premier l'électrolyse de l'acide fluorhydrique.

» L'annonce du succès de Moissan avait été sensationnelle. Son échec fit plus de bruit encore. Il eût peut-être découragé tout autre que Moissan. Sur son solide esprit, cette déconvenue n'exerça pas la moindre influence. Comme tout expérimentateur sûr de sa méthode et de sa technique, Moissan savait trop bien qu'un fait obtenu une première fois doit s'obtenir constamment si les conditions expérimentales restent identiquement les mêmes. Évidemment, dans la circonstance, les conditions de la seconde expérience n'étaient pas celles de la première. En quoi différaient-elles? Moissan le recherche et acquiert rapidement la preuve que, dans la première expérience, l'acide fluorhydrique liquide avait été rendu conducteur du courant électrique par la présence d'une trace du sel, le fluorure de sodium, qui avait servi à sa préparation.

» Ce sel jouit nécessairement de la conductibilité électrolytique démontrée dans ses analogues et si bien utilisée par le génie de H. Davy. Mais il est impossible de faire servir ce fluorure de sodium à la préparation du fluor; ce dernier rencontre toujours à l'électrode positive les autres corps qui y sont transportés en même temps que lui et avec lesquels il peut, grâce à son exceptionnelle puissance d'affinité, s'unir instantanément.

» Heureusement que Moissan s'est aperçu que, dissous en très petite quantité dans l'acide fluorhydrique liquide, le fluorure de sodium peut entraîner son dissolvant dans son mouvement de décomposition. Cette constatation, d'abord purement empirique, s'est expliquée ensuite de la plus heureuse manière quand la Physique moléculaire se fut enrichie des notions si intéressantes que nous possédons maintenant sur les ions et l'ionisation.

» Voilà donc définitivement établies les conditions matérielles fondamentales de l'isolement du fluor. Il reste encore à vaincre les énormes difficultés que la prodigieuse activité chimique du fluor libre peut susciter à sa préparation. Moissan sait les supprimer toutes, et il fait de cette préparation une opération courante de laboratoire, capable d'être transformée en une fabrication industrielle.

» Une fois en possession du fluor libre, Moissan en a étudié toutes les propriétés et fonctions chimiques. Personne ne contestera que, dans cette région limitée de la Chimie, la Science est redevable à Moissan de presque toutes les conquêtes qui y ont été faites.

» Combien d'autres conquêtes, plus nombreuses et plus importantes encore, Moissan ne rencontra-t-il pas dans l'exploitation du four électrique, à l'aide duquel il parvint à réaliser la fabrication artificielle du diamant!

» On ne connaît guère les conditions de la formation naturelle de cette pierre précieuse. Mais les hypothèses se sont largement donné carrière sur cet intéressant sujet. Inspiré par celle de Daubrée, Moissan supposa qu'il serait possible d'obtenir le charbon à l'état cristallin si l'on parvenait à le dissoudre, sous des pressions extraordinairement élevées, dans le fer liquide. Le four de Moissan lui fournit la température nécessaire à la fusion simultanée des deux corps. Quant à la surpression, il l'obtint par un artifice très simple, la projection brusque du creuset dans l'eau froide, provoquant ainsi, par refroidissement du contenu, autour d'un noyau central restant liquide, la formation d'une enveloppe solide, dont la rétraction pouvait exercer une formidable pression sur ce noyau central.

» Le résultat fut bien celui qu'attendait Moissan. De petits diamants, noirs ou incolores, existaient dans le culot de fonte et pouvaient en être retirés après sa dissolution dans l'acide chlorhydrique.

» Ce n'était peut-être pas la première fois que des diamants étaient produits artificiellement. Mais tout était nouveau dans la méthode employée par Moissan pour obtenir les siens, et le four électrique allait devenir entre ses mains et celles de ses élèves un merveilleux instrument de progrès pour

la Chimie minérale. Grâce aux très hautes températures qu'il permet de produire et d'exploiter, beaucoup de corps simples, à peu près inconnus à l'état de liberté, ont pu être préparés avec la plus grande facilité. Ce n'est pas tout. A ces températures élevées, le carbone se volatilise et acquiert une extraordinaire activité qui lui permet de s'unir à un grand nombre de métaux, en créant une foule de carbures du plus haut intérêt. L'histoire de ces carbures, jointe à celle des siliciures et des borures obtenus de même à l'aide des températures du four électrique, arrive ainsi à former, en Chimie minérale, un Chapitre nouveau, dont Moissan a le droit de revendiquer pour lui presque exclusivement la paternité.

» Dans toutes ces laborieuses études, sur l'exploitation des agents physiques par la Chimie proprement dite, Moissan se montra toujours un expérimentateur de tout premier ordre... *Un excellent ouvrier*, rectifiait un jour à mon oreille le chuchotement d'une voix qui ne se piquait pas de bienveillance. La boutade était profondément injuste! Exprimerait-elle la vérité, qu'elle ne serait pas pour diminuer en rien le mérite de Moissan! Cl. Bernard aimait à nous répéter que la création d'une bonne méthode technique ou d'un bon instrument peut rendre plus de services à la Science que le perfectionnement des hautes spéculations théoriques qui en sont les fondements rationnels. Qu'ils sont nombreux, en effet, les départements de la Science où, pour devenir réellement productif, cette sorte de capital fixe constitué par les idées générales a besoin d'être fécondé par l'œuvre matérielle du laboratoire, toujours en action et incessamment renouvelée!

» Les conceptions théoriques où les chimistes de notre époque puisent les idées instigatrices de leurs travaux étaient familières à Moissan. Il ne les dédaignait certainement pas. Mais, comme Berthelot, il n'estimait pas qu'on eût besoin d'y avoir recours. Il ne croyait pas que les vues de la théorie atomique, celles de la stéréochimie en particulier, sur les architectures moléculaires, pussent lui être de quelque utilité. De fait aucune de ses découvertes ne s'en réclame, ni de loin, ni de près. Est-ce à dire que Moissan et son génial maître eurent raison de ne point accorder plus d'attention à ces vues générales, à la fois si profondes et si pénétrantes? Il semble bien que cette attitude fait un troublant contraste avec la grande vogue, à peu près universelle, dont elles jouissent dans le monde des chimistes.

» C'est un excellent outil intellectuel », me disait l'un d'eux, adepte fervent et des plus distingués de l'atomicité, au cours d'une conversation sur les travaux de Moissan, tenue il y a quelques années. « On dit couramment, continuait-il, que cet outil aide singulièrement à l'expression des faits.

Mais il permet aussi de les prévoir et de les réaliser. Grâce à son emploi, les plus modestes des serviteurs de la Chimie peuvent contribuer à son perfectionnement. Ils enrichissent tous les jours la Science et l'Industrie de produits nouveaux aussi intéressants qu'utiles. Moissan, avec ses dons personnels, n'a pas besoin de marcher avec nous pour faire ses beaux travaux. Mais... Mais c'est Moissan! » Et ceci était dit avec un petit accent de rancune profondément admiratrice, qui me faisait mieux apprécier encore l'exceptionnelle valeur de notre Confrère!

» Moissan n'était pas seulement admiré. Il fut aussi beaucoup aimé et sut toujours payer de retour ceux dont son aimable caractère lui attirait les sympathies. J'ai vu naître l'amitié qui l'unissait à l'un de ses premiers maîtres, notre très aimé et très regretté confrère Dehérain. Moissan, au sortir des bancs, avait été attaché à son laboratoire du Muséum, en qualité de préparateur. Il est curieux que ce soit dans ce service exclusivement consacré à des études de Chimie biologique que Moissan ait, pour la première fois, laissé deviner ses belles aptitudes. Dehérain le signalait déjà à ses amis comme un sujet de grand avenir et en dressait presque exactement l'horoscope. Il l'avait associé à l'une de ses recherches sur la respiration des plantes et n'attendait pas les futurs succès de Moissan, en Chimie minérale, pour se vanter d'avoir joui de cette précoce et éphémère collaboration. Cette bienveillante attitude du maître envers l'élève était, pour ce dernier, un précieux encouragement, bien propre à lui donner confiance dans l'efficacité de son labeur. A aucun moment de sa brillante carrière, Moissan n'a oublié ce qu'il devait à cet encouragement. Il resta toujours profondément attaché à celui qui le lui avait donné. Cette manifestation du caractère élevé de Moissan ne contribua pas peu à fixer quelques-unes des sympathies qui allaient à lui tout naturellement. On est toujours si heureux d'être favorisé de la rencontre d'un grand esprit et d'un excellent cœur chez l'homme que sa valeur élève au-dessus de la foule!

» La mort de **Berthelot**, en se produisant quelques semaines après la disparition de Moissan, dans les circonstances émotionnantes que l'on connaît et dont le souvenir n'est pas près de s'éteindre parmi nous, frappait notre compagnie d'un des plus grands deuils qu'elle eût jamais connus. Quand la nouvelle s'en répandit, ce fut comme un glas funèbre qui, dans le monde scientifique, retentit des bords de la Seine aux rivages les plus lointains. Les adresses de condoléances affluèrent à l'Académie de tous les centres de vie intellectuelle dispersés à la surface du globe. C'est le plus bel

hommage qui pût être rendu à la mémoire de Berthelot, le plus éclatant témoignage de reconnaissance envers son œuvre et les services exceptionnels qu'elle a rendus à la Science et à l'humanité!

» Si l'assaut des ans avait légèrement atteint la verdeur physique de Berthelot, il n'avait pu entamer la vigueur de son grand esprit. Quand ce vieux lutteur tombait d'un seul coup sur le champ de bataille où il combattait avec tant de succès pour le progrès des connaissances humaines, son intelligence, toujours jeune, *sempervirens*, n'avait pas donné le moindre signe de fatigue. Jusqu'au bout, la nature privilégiée de Berthelot aura provoqué à la fois l'admiration et l'envie de ses contemporains.

» Quelle richesse dans la production scientifique de Berthelot! Le bilan qui en avait été dressé en 1901, à la fête de son Cinquantenaire, fut complété à sa mort dans les Notices émues consacrées à sa glorification par ses élèves, ses amis, ses admirateurs. Il y aura toujours à ajouter à ce bilan, tant est suggestive la grande œuvre de Berthelot.

» C'est à la Société de Biologie que je vis Berthelot pour la première fois. Les néophytes de la Physiologie, qui formaient, en 1854, le public de la Société, s'y montraient avec une respectueuse curiosité le plus jeune de ses membres, leur contemporain, faisant une Communication sensationnelle sur la *Synthèse des corps gras naturels*. A aucun moment, la scène n'est sortie de ma mémoire. Je vois encore les charpentes du grenier du Musée Dupuytren, qui servait de salle des séances; au bureau, sur une estrade fruste, les fondateurs de la Société, Rayer, président, et Claude Bernard, vice-président, écoutant leur jeune confrère avec une attention satisfaite qui prenait les allures du plus chaud des applaudissements; Berthelot, au pied de l'estrade, avec son profil déjà très légèrement voûté et sa physionomie d'une gravité aimable; nous, le fretin, derrière les confrères de l'orateur, buvant ses paroles et nous donnant le petit ridicule d'en être fiers, parce que les belles découvertes qu'elles annonçaient étaient l'œuvre d'un travailleur dont l'âge ne dépassait pas le nôtre, le bel âge de 25 à 26 ans!

» Tout d'abord, Berthelot n'avait cherché et obtenu que des synthèses partielles, en combinant les acides gras et la glycérine tirés de l'organisme animal lui-même. Mais très rapidement il arrive aux synthèses totales, en forçant à s'unir directement les éléments simples, carbone, oxygène, hydrogène et azote, qui entrent dans la constitution des matières organiques. Les plus brillantes conquêtes couronnent ces nouveaux efforts. Tout séduit dans cette célèbre campagne de Berthelot, la grandeur des résultats obtenus et aussi la simplicité des moyens qu'il y emploie : ainsi l'exemple particuliè-

rement intéressant de l'acétylène, produit par la combinaison immédiate du gaz hydrogène avec les vapeurs de carbone contenues dans l'arc électrique, sous l'influence des hautes températures qui s'y développent.

» Cet admirable mouvement créé par Berthelot entraîne ses élèves et aussi ses émules, qui ne sont rien moins que les Wurtz et les Fischer. Et alors on ne compte plus les riches acquisitions de la synthèse organique intégrale : les acides gras, la glycérine, les alcools, les carbures d'hydrogène, les sucres... A quoi bon poursuivre et détailler cette énumération?

» L'honneur de la création de l'œuvre glorieuse des synthèses organiques revient tout entier à Berthelot. Il a eu, sans doute, un précurseur. On ne saurait sans injustice le passer sous silence. Dès 1828, Wœhler avait démontré qu'on peut créer l'urée en partant de l'acide cyanique et de l'ammoniaque. Mais ces deux composants sont bien près, chimiquement parlant, du corps qu'ils produisent! Et ce corps lui-même, l'urée, bien près de l'état minéral, vers lequel la matière organique tend incessamment dans la marche régressive qui l'entraîne hors du sujet vivant!

» Autrement significatives sont les synthèses de Berthelot, capables de créations d'ordre beaucoup plus élevé dans la hiérarchie des substances organiques.

» Et toutes ces synthèses de Berthelot s'effectuent à l'aide des méthodes, des agents, des moyens que l'expérimentateur fait intervenir dans les synthèses de la Chimie purement minérale! L'unité de celle-ci et de la Chimie organique se trouve ainsi irrévocablement établie!

» Chevreul avait eu l'intuition de cette unité. Il ne comprenait pas qu'il pût y avoir, pour les éléments de la matière du monde minéral et du monde organique, des forces différentes gouvernant le mécanisme de leurs combinaisons. Les physiologistes s'étaient, depuis bien longtemps déjà, instinctivement rattachés à cette opinion. Mais c'est chez le seul Berthelot que la confiance en cette unité se soit transformée en une idée maîtresse instigatrice des démonstrations expérimentales nécessaires.

» Que de prodigieux bénéfices la Chimie n'a-t-elle pas tirés de ces démonstrations! La Physiologie n'y a pas moins gagné, puisque, grâce à la réalisation de la synthèse organique, elle possède maintenant une solide base d'investigations pour la recherche des mécanismes qui président aux transformations chimiques de la matière chez les végétaux et les animaux vivants.

» Avant Berthelot, la Physiologie ignorait presque tout de ces mécanismes. Elle se trouvait ainsi bien exposée à se donner le tort d'en supposer d'imaginaires, pour dissimuler son ignorance. Mais cette ignorance, elle

l'avouait très franchement. Ce ne sont pas, en effet, les physiologistes, mais bien les chimistes et de grands chimistes, tel Gerhardt, qui, pour expliquer les phénomènes de synthèse des organismes vivants, invoquaient la *force vitale!*

» En 1854, nous étions déjà bien loin du temps où la force vitale avait régné presque sans partage dans le domaine de la Philosophie et de la Médecine. On avait enfin reconnu que ce n'était qu'une expression vaine, une puérile entité sans rapports nécessaires et précis avec les faits extrêmement complexes qu'elle était chargée d'expliquer : je veux dire les phénomènes si nombreux et si divers dont se compose la vie individuelle, le plus merveilleux des grands faits d'ensemble dont la nature nous donne le spectacle.

» Quand l'ancêtre que je suis était sur les bancs scolaires, la force vitale, telle que l'entendait l'école vitaliste, s'était pour ainsi dire évanouie. On ne nous parlait guère, pour expliquer les manifestations propres à la matière vivante, comme la contraction des muscles et la sécrétion des glandes, que de propriétés vitales spécifiques, qui se plaçaient à côté des propriétés physico-chimiques de cette même matière vivante, en attendant le moment où les unes et les autres viendraient se fondre dans un commun mécanisme intime.

» Voilà où en était la force vitale au moment où Berthelot entrait dans la vie scientifique. Cette entité était alors bien malade, si tant est qu'elle survécût encore! Les panégyristes de Berthelot lui font parfois grand honneur de l'avoir tuée. Le mérite serait mince, si notre illustre confrère, sur les débris de cette ruine, n'avait su construire une réalité bien vivante, le splendide et harmonieux édifice des synthèses organiques.

» Transportons-nous maintenant dans un des autres domaines de la Chimie exploités par Berthelot. Nous allons voir qu'il a su, là encore, s'acquérir des titres à la reconnaissance des physiologistes. Ils ont pu, en effet, tirer très grand parti de ses laborieuses et fécondes études sur les quantités de chaleur prise ou rendue, dans les actions chimiques dont les substances minérales et les substances organiques peuvent être le siège.

» De Lavoisier à Regnault, nombreuses déjà et très importantes avaient été les déterminations de mesures calorimétriques. Mais c'est Berthelot qui eut l'idée d'en faire la codification, au profit de la nouvelle Science, la *Thermochimie,* qui allait servir de base à la *Mécanique chimique.*

» Jusqu'alors l'*affinité*, ou la force qu'on suppose intervenir dans les combinaisons chimiques pour les produire ou les modifier, ne nous apparaissait que comme une vague entité, tout à fait indéterminée. A cette entité, Ber-

thelot réussit à donner un corps, en montrant que la puissance des forces d'affinité se mesure aux quantités de chaleur, c'est-à-dire d'énergie, qui se libèrent ou s'absorbent dans les réactions chimiques provoquées par ces forces.

» Elles sont innombrables les déterminations délicates que Berthelot fut obligé de faire pour donner toute la précision nécessaire à son étude des phénomènes exothermiques ou endothermiques, qui, dans les divers corps simples ou composés, accompagnent tous leurs changements d'état ou de composition.

» Ces mémorables travaux de thermochimie entraînaient à leur suite des conséquences considérables.

» Dans l'ordre théorique, c'est une nouvelle contribution aux principes simplificateurs de la philosophie scientifique. Celle-ci est en mesure d'affirmer que l'énergie n'intervient pas dans la mécanique chimique autrement que dans la Mécanique générale. Qu'elle soit considérée dans les atomes ou dans les énormes mobiles déplacés par les moteurs mécaniques, l'énergie subit les mêmes transformations, accompagnées des mêmes équivalences, soumises aux mêmes lois. Ainsi, dans ce nouveau domaine de la Science, l'œuvre de Berthelot concourt encore à établir l'unité des forces de la nature.

» Dans l'ordre des applications pratiques, la thermochimie a conduit Berthelot à l'étude d'un certain nombre de faits de première importance et surtout à celle des explosifs. On sait combien cette dernière a été féconde et comment elle a abouti à la découverte de la poudre sans fumée par notre confrère M. Vieille.

» Mais, de toutes les conséquences des recherches thermochimiques de Berthelot, aucune n'a été plus intéressante que le profit qu'en a tiré la théorie de la production de la chaleur animale.

» On se trouve là en présence d'un des sujets les plus passionnants de la physiologie générale. Les magnifiques découvertes dont il a été l'objet n'en ont pas épuisé l'intérêt. Il continue, comme au XVIIIe siècle, à provoquer la curiosité et l'émulation des chercheurs. Et c'est toujours autour de l'idée géniale de Lavoisier que gravitent leurs efforts !

» L'entretien de la vie, disait Lavoisier, résulte d'un acte de pure et simple combustion. Il pensait l'avoir démontré avec sa célèbre expérience calorimétrique. Elle semblait lui prouver de plus que la chaleur provenant de cette combustion a pour origine exclusive la fixation de l'oxygène de l'air inspiré sur le carbone fourni à l'organisme par l'alimentation.

» La simplicité hardie de cette conception, sur la source de la chaleur animale, n'avait pas entraîné toutes les convictions. Des doutes furent émis

sur son exactitude. Ils se traduisirent même au sein de l'Académie par la mise au concours de la question de la chaleur animale. Mais les objections vraiment capables d'entamer la théorie de Lavoisier ne datent que de nos jours. Elles furent produites par Berthelot. En possession des lois thermochimiques qu'il avait établies, notre illustre confrère démontra que la production de la chaleur animale n'a pas la simplicité que lui attribuait Lavoisier.

» Et d'abord les actions chimiques qui se passent dans l'organisme animal ne sont pas toutes productrices de chaleur. Il faut compter avec les phénomènes endothermiques qui s'opposent aux phénomènes exothermiques.

» D'autre part, ces derniers représentent bien, pour la plupart, le résultat d'une oxydation. Mais bon nombre consistent en actes d'hydratation, où l'oxygène de l'air n'a nullement à intervenir.

» Enfin ce n'est pas la chaleur de combustion du carbone qui aurait dû servir de point de départ à Lavoisier, dans l'exploitation de sa méthode. La chaleur produite dans le calorimètre, par l'animal, devrait être rapportée à la chaleur de combustion même des principes immédiats contenus dans les aliments qui fournissent le carbone à l'organisme avec ses autres éléments constituants.

» En elles-mêmes, toutes ces propositions sont justes. Mais il était impossible de mesurer l'atteinte qu'elles portaient à la théorie de Lavoisier, sans avoir répété son expérience, dans les conditions voulues pour rendre rigoureusement exacte la comparaison de la chaleur calculée et de la chaleur constatée. On n'attendit pourtant pas cette vérification pour proclamer que Lavoisier s'était singulièrement illusionné sur la valeur de sa définition de l'entretien de la vie chez l'animal. La vie, une combustion! L'être vivant, comparé à une lampe ou un foyer qui s'allume, flambe et s'éteint! Vieilles images, dont il n'était plus parlé qu'avec une indulgente ironie!

» Mais un jour, on vit surgir claire, nette, éclatante, la vérification expérimentale que l'on s'était dispensé d'attendre! Elle se répète de-ci, de-là, dans l'ancien et le nouveau monde, toujours avec les mêmes résultats, entraînant les mêmes conclusions! C'est le triomphe complet de la théorie de Lavoisier!

» Dans toutes les expériences, en effet, les sujets alimentés de manière à rester en équilibre de nutrition ont donné une quantité de chaleur rigoureusement égale à celle qu'aurait produit le potentiel alimentaire amené par combustion directe, hors de l'organisme, au degré d'oxydation qu'il y subit. C'est à un centième près, en plus ou en moins, que se présente cette égalité. Comment se dérober alors à l'obligation de considérer la production

de la chaleur animale comme un processus d'oxydation ou de combustion?

» Est-ce à dire que les autres sources de chaleur signalées par Berthelot soient inexistantes? Non! Elles ne peuvent être niées; mais l'effet en est neutralisé par d'autres causes agissant en sens contraire. Cette opposition se rencontre même dans le domaine des pures oxydations. Par exemple, la quantité de chaleur libérée dans le poumon par la fixation de l'oxygène de l'air inspiré sur l'hémoglobine du sang — l'une des dernières déterminations thermochimiques de Berthelot — est immédiatement compensée par l'absorption d'une quantité égale de chaleur, résultant de la dissociation de ces deux corps, dans les capillaires de la circulation générale, où l'oxygène redevient libre pour s'employer aux combustions dont il est chargé. Ces deux phénomènes, l'un exothermique, l'autre endothermique, s'annihilent donc réciproquement, en vertu de leur contemporanéité nécessaire. Ainsi, la production de la chaleur animale n'est pas un phénomène simple. C'est la résultante de plusieurs actions qui se compensent partiellement en ne laissant subsister que l'acte dominateur de la combustion.

» Il n'y a pas à s'étonner de cette simplification finale. Ne savions-nous pas qu'on ne doit point se préoccuper des processus chimiques qui s'interposent entre l'état initial et l'état final du potentiel énergétique? Grâce à cette importante notion introduite par Berthelot dans sa thermochimie, le physiologiste expérimentateur avait tout lieu de s'attendre à ce que la transformation de ce potentiel dans l'économie animale s'y présentât finalement comme le résultat d'une simple oxydation.

» On put croire un instant, avant les déterminations calorimétriques faites directement, sur l'animal, par les physiologistes du temps présent, que Berthelot avait ébranlé les fondements de la théorie de Lavoisier. Il s'est trouvé, au contraire, que sa belle création des lois de la thermochimie a fourni les moyens de donner à cette théorie la démonstration rigoureuse qui lui avait manqué jusqu'à nos jours On ne saurait plus maintement mettre en opposition Lavoisier et Berthelot. Celui-ci est devenu comme le collaborateur direct de celui-là. C'est désormais sous l'égide de ces deux grands noms que se présente la conception de haute envolée qui place à l'origine de la chaleur animale le processus de la combustion pure.

» Quelle satisfaction pour l'esprit que la certitude ainsi donnée à l'un des faits les plus considérables de la physiologie générale!

» D'autres questions de haute physiologie ont été l'objet des recherches de Berthelot. Sa contribution à l'étude des origines de l'azote que les récoltes enlèvent, sans l'appauvrir, au sol sur lequel elles poussent, mérite d'être particulièrement signalée.

» L'azote libre de l'atmosphère peut-il être fixé directement par le sol et les plantes qui s'y cultivent? Oui, répondait Georges Ville, tout au moins en ce qui regarde ces dernières. Mais cette affirmation n'était nullement justifiée. Il fut, en effet, bientôt prouvé que les plantes supérieures employées aux expériences de G. Ville sont absolument incapables de prendre directement à l'atmosphère la plus faible quantité de son azote.

» C'est notre illustre confrère Boussingault qui en donna la première démonstration. Avec d'impeccables expériences, il montrait que, dans un sol ne renfermant point d'azote à l'état minéral et où l'on a détruit, par calcination, tout vestige de matières organiques, les plantules, nées des graines qui y ont été semées, s'étiolent et meurent sans avoir rien ajouté à la quantité d'azote primitivement contenue dans les semences. Et ce résultat était unanimement confirmé par d'autres expériences qui avaient pour auteurs des savants de tout premier ordre, nos célèbres correspondants Lawes et Gilbert, et notre confrère Th. Schlœsing, puis MM. Hellriegel et Wilfarth.

» L'importante et séduisante expérience de Boussingault autorisait-elle la négation de toute participation directe de l'azote de l'air à la nutrition des plantes? Oui, pour les conditions dans lesquelles l'expérience avait été faite. Mais, parmi ces conditions, ne pouvait-il y en avoir qui eussent réalisé la destruction des agents de l'absorption de l'azote?

» Il s'est justement rencontré plus tard que nos savants confrères Th. Schlœsing et Müntz, dans leurs mémorables études sur la nitrification, démontraient qu'elle est le résultat d'une intervention microbienne, qui se laisse supprimer par un simple chauffage capable de tuer, dans les terres à salpêtre, tous les agents de la nitrification. Si l'absorption de l'azote atmosphérique par le sol était un phénomène du même ordre, elle n'aurait pu se produire dans l'expérience de Boussingault, qui y avait introduit la calcination du sol comme condition maîtresse.

» Berthelot en a eu l'heureuse intuition. Le 26 octobre 1885, il exposait à l'Académie les expériences démontrant que le sol nu, qui s'enrichit en azote au contact de l'atmosphère, cesse d'en prendre la moindre parcelle lorsqu'il a été préalablement chauffé et soustrait ainsi à l'influence des végétaux inférieurs vivants qu'il renferme dans son sein.

» C'est le début de cette féconde efflorescence de travaux qui nous ont renseignés d'une si intéressante manière sur l'exploitation de l'azote atmosphérique par ces agents, bactéries, algues ou mucédinées, au profit de la nutrition des plantes de culture.

» Berthelot démontrait bien l'intervention microbienne dans l'acte de

l'absorption de l'azote par le sol; mais il n'en connaissait pas les agents. Ils sont variés. Bon nombre ont été identifiés par notre correspondant Winogradzki, qui avait déjà su isoler, déterminer et cultiver l'agent nitrificateur dont Th. Schlœsing et Müntz avaient démontré l'existence.

» Mais ce ne sont pas ces agents libres, pullulant dans le sol, qui entrèrent les premiers en scène. Nous eûmes d'abord à admirer les bactéries de Wilfarth et Hellriegel, vivant en symbiose avec les Légumineuses, dans les nodosités dont ils provoquent la formation sur les racines de ces végétaux.

» Puis vint l'étude décisive, dans laquelle MM. Schlœsing fils et Laurent démontraient directement l'action exercée par ces bactéries des Légumineuses sur l'azote des atmosphères confinées. On nous faisait voir l'azote *acquis* par la plante *manquant* dans l'air ambiant et nous éprouvions la plus vive satisfaction à constater la précision avec laquelle se balançaient le *doit* et l'*avoir* dans les expériences qui nous étaient montrées.

» D'autres contributions mériteraient encore d'être signalées. Mais les susdites acquisitions, en tête desquelles figure celle que nous devons à Berthelot, suffisent à nous faire apprécier la grandeur du service qu'a rendu à la Physiologie générale cette détermination du rôle important joué par l'azote de l'air dans la nutrition des plantes et secondairement des animaux. On découvre à ce gaz des aptitudes nouvelles. Le voilà participant directement ou indirectement, avec l'oxygène, à l'entretien des phénomènes de la vie. Son nom d'*azote* en est devenu paradoxal.

» Berthelot a fait enfin une exploration remarquée dans un dernier domaine de la Biologie générale. Il est vrai que c'est en se défendant énergiquement d'être entré sur un terrain autre que celui de la Chimie pure. C'est de la théorie des fermentations qu'il s'agit. Berthelot n'y voyait que le mécanisme intime de l'action des zymases présentes ou supposées présentes dans toute opération de fermentation. Il rattachait ce mécanisme intime à la très élégante conception qu'il s'était faite du mécanisme général de toutes les actions catalytiques, dans lesquelles l'agent catalyseur se transforme en un corps instable, qui provoque la métamorphose continue de la substance catalysée, en reprenant incessamment sa forme première. Berthelot, sur ce terrain si étroitement rétréci, ne trouvera guère de contradicteurs. La zymase tirée du *micrococcus ureæ* par Musculus, celle qui fut ensuite enlevée à la *levure de bière* par Büchner, s'adaptent parfaitement à ce mécanisme, pour produire, l'une la fermentation ammoniacale de l'urine, l'autre, la fermentation alcoolique du sucre de raisin. Mais la formation de ces zymases, dans la culture d'où on les extrait, n'en reste pas moins toujours un acte physiologique, un phénomène de sécrétion inhérent à la vie

microbienne elle-même. Et l'on n'imagine pas comment ces manifestations purement biologiques pourraient être mises en dehors de la théorie de la fermentation.

» Est-il besoin d'ajouter que les faits comparables aux fermentations que la vie microbienne fait surgir en foule dans le domaine de la Physiologie normale et de la Physiologie pathologique ne s'en laisseraient pas facilement exclure. Ils y sont, il est vrai, obnubilés par les obscurités qui nous dérobent encore tant de mécanismes dans les phénomènes de la vie. Ces mécanismes obscurs gagneraient-ils à être prématurément éclairés par les fausses lumières d'une théorie artificielle? Berthelot savait bien lui-même que la conquête des clartés qui nous manquent est encore en pleine évolution. Une longue attente nous est imposée avant d'être en possession des notions qui nous faciliteront le rattachement de tous les phénomènes de la vie à l'action des grandes forces physico-chimiques de la nature. Berthelot a bien écrit la fameuse phrase : « *Le monde est aujourd'hui sans mystère* ». Mais ce n'est là, pour notre grand confrère, qu'une figure de rhétorique, une manière pittoresque de rendre hommage à l'objet de son culte, la Science, la divinité qui habite sa pensée. Cette image était bien permise au savant qui a su dissiper tant de ténèbres! On comprend qu'il ait pu voir l'univers avec les yeux d'un prophète inspiré, à qui les futures et lointaines conquêtes de la Science apparaissent déjà radieuses comme des vérités actuellement démontrées.

» Si la mort de **Laussedat**, qui succombait presque en même temps que notre illustre Secrétaire perpétuel, ne créait pas dans nos rangs un aussi grand vide que celle de Berthelot, elle n'en fut pas moins vivement ressentie parmi nous. Pendant tout le cours de sa longue carrière, Laussedat n'a jamais cessé de se consacrer avec le plus complet dévouement à son pays, à ses concitoyens, à la Science. Soldat ou citoyen, professeur ou administrateur, il s'est toujours appliqué à l'accomplissement de son devoir avec la ténacité et la droiture simple, aimable, qui se retrouvaient, en toute circonstance, au fond de son très sûr caractère.

» En Science, les préférences de Laussedat l'entraînèrent de très bonne heure vers les études de Géométrie appliquée. Ces études le conduisirent rapidement à un très heureux résultat : l'exécution des levés topographiques par restitution des perspectives que fournit la Photographie, c'est-à-dire l'art qu'il a désigné sous le nom de *Métrophotographie*. Il commençait à s'en occuper en 1846, en ayant recours à la chambre claire pour se procurer ses perspectives. Dès 1851, Laussedat inaugurait la substitution

de la photographie au dessin à la chambre claire, et, en 1857, il s'était mis en possession du *Photothéodolite*, l'instrument qu'il fit entrer dans la pratique courante pour l'emploi de sa méthode.

» Jusqu'à son dernier jour, Laussedat n'a cessé de travailler à l'amélioration de la méthode et au perfectionnement de l'instrument. A 87 ans, il avait encore su nous intéresser, en nous parlant une dernière fois de la métrophotographie et des heureux résultats qu'on en avait obtenus à l'étranger.

» Dans toutes les positions qu'il a occupées, l'étendue et la solidité de ses connaissances l'ont mis à même d'en tirer le meilleur parti, au profit des missions qui lui étaient confiées. On s'en aperçut bien pendant son passage à la direction des études, à l'École Polytechnique, et surtout lorsqu'il fut à la tête du Conservatoire des Arts et Métiers, de 1881 à 1900.

» Peut-être donna-t-il encore plus complètement sa mesure dans les nombreuses missions temporaires auxquelles il fut appelé à participer, pour diverses opérations astronomiques ou géodésiques.

» Dans l'une de ces missions, le rôle de Laussedat a pris une exceptionnelle importance. Il faisait partie de la Commission de délimitation de la frontière franco-allemande, après la guerre de 1870-1871. Grâce à son énergie, il put préserver de l'annexion, tant dans le voisinage de Longwy qu'autour de Belfort, des milliers d'hectares de territoire. Leurs habitants, peut-être plus de 50000, durent à Laussedat l'avantage d'échapper au malheur de l'annexion.

» Le beau malheur! diraient certaines gens par le temps qui court. C'est à ceux qui l'ont subi qu'il aurait fallu demander là-dessus leur opinion. J'ai eu de bonne heure l'occasion de la connaître. Après le passage de l'armée de l'Est en Suisse, j'étais rentré à Lyon, avec la plus grande partie de l'ambulance lyonnaise à laquelle j'avais l'honneur d'appartenir. J'y retrouvais le chef d'une autre ambulance, un chirurgien alsacien, que son patriotisme avait poussé à mettre son expérience au service de l'armée de son pays et avec lequel nous nous étions souvent rencontrés au cours de la campagne. Il se disposait à rejoindre son foyer et sa famille et venait, bien triste et profondément découragé, me faire ses adieux. On en était aux préliminaires de paix. Qu'allait-il en sortir? Il ne doutait pas de l'annexion de sa chère Alsace à l'Allemagne. J'essayais, sans grande conviction, de lui redonner quelque espérance, pendant que nous marchions les mains enlacées, vers le seuil où nous allions nous séparer. Tout à coup, les larmes jaillissent à flots

de ses paupières; ses mains abandonnent brusquement les miennes et il s'éloigne rapidement sans tourner la tête, en criant dans un sanglot de désespérance : « Non, l'on ne change pas de patrie comme on change de chemise ! »

» Il y a près de 37 ans que j'entendais, tout oppressé, cette plainte déchirante. Le souvenir en est aussi vivace qu'au premier jour. Elle retentit toujours à mon oreille et ne manque jamais de m'étreindre le cœur !...

» Oh ! mon excellent confrère et vieil ami Laussedat ! que je vous ai su gré, et combien je vous remercie d'avoir épargné cette grande douleur à tant de braves gens qui y étaient exposés !

» J'espérais bien, après Laussedat, n'avoir plus aucun nom à ajouter à la longue liste de nos pertes. Elle n'était malheureusement pas close. Il y a quelques semaines à peine nous avions à y inscrire encore **Maurice Lœwy**, enlevé subitement à sa famille et à ses confrères de l'Académie des Sciences.

» Ils lui avaient voué la plus grande estime et la plus vive sympathie. Tous nous connaissions sa bienveillance, la modestie qui s'alliait chez lui à la plus haute valeur, son ardeur au travail, jamais découragée par aucune des charges pénibles qu'un astronome consciencieux rencontre toujours dans l'accomplissement de sa tâche. Parmi les collègues et collaborateurs qu'a eus Lœwy, dans les hauts postes occupés par lui, tant à l'Observatoire qu'au Bureau des longitudes, on n'en rencontrerait pas un qui ne fît de son mérite professionnel le plus grand cas et ne le proclamât hautement. Et leur opinion était partagée par les astronomes marquants du monde entier.

» Comme je serais heureux de pouvoir louer en toute compétence l'œuvre magistrale et les éminents services de Maurice Lœwy ! Mais je n'ai pas le droit de sortir du cadre d'une brève et sèche énumération.

» Les premiers travaux de Lœwy furent de très précises déterminations d'orbites de planètes et de comètes. Sur la *Détermination de l'orbite de la planète Eugénie*, il a publié un Mémoire étendu, où il discute les observations de quatre oppositions et en déduit une éphéméride pour la cinquième, en tenant compte des perturbations.

» En 1873, il détermine la différence de longitude entre Paris et Vienne avec von Oppolzer, puis celles entre Paris, Marseille, Alger, avec Stephan et Perrier. C'est alors qu'il construit le dispositif connu sous le nom de *Table de longitude*.

» Avant cette date de 1873, on n'entendait guère dire du bien de notre

Connaissance des temps, surtout hors de chez nous. C'est à cette époque que Maurice Lœwy en assume la rédaction. Tout change alors. Les améliorations très importantes qu'il introduit dans ce Recueil le transforment complètement et le mettent nettement au niveau, sinon au-dessus, des meilleures publications similaires de l'étranger.

» En 1886, Lœwy donna de nouvelles méthodes pour déterminer la constante de l'aberration et celle de la réfraction. De l'avis des astronomes les plus autorisés, ces méthodes fournissent les constantes qu'elles concernent avec une précision supérieure à celle qu'on obtient de tous les autres procédés. C'est là encore une partie essentielle de l'œuvre de Lœwy.

» Un autre progrès avait auparavant été introduit, par un très important travail de Lœwy, dans la détermination de la latitude du lieu d'observation et des coordonnées absolues des étoiles. Sa méthode ne suppose pas, comme le faisaient les méthodes anciennes, la connaissance préalable des coordonnées des étoiles employées.

» Son étude récente des erreurs auxquelles donne lieu la mesure des divisions des cercles marque aussi un progrès. La méthode qu'indique Lœwy pour éviter ces erreurs permet d'obtenir plus de précision que les méthodes anciennes, en y consacrant quatre ou cinq fois moins de temps. Lœwy avait donné le jour même de sa mort le dernier bon à tirer du Mémoire où il expose complètement sa méthode.

» Le grand technicien qu'était Lœwy ne pouvait manquer de s'attacher à l'amélioration du matériel instrumental de l'Astronomie. C'est cette préoccupation qui l'a amené à construire l'équatorial coudé, qui met l'observateur à l'abri des intempéries. La réalisation de cette construction, environnée des plus grandes difficultés, a été pour Lœwy un très grand succès. Nous devons à cet appareil la magnifique collection de clichés lunaires commencée et continuée par notre confrère avec la collaboration de M. Puiseux. Que de promesses contenues dans la comparaison qui pourra être faite, dans quelques années, des clichés d'aujourd'hui avec ceux du lendemain!

» Lœwy ne se contenta pas de l'invention de l'équatorial coudé. Il sut en établir la théorie et déterminer, avec M. Puiseux, les effets des flexions auxquelles est exposé cet instrument compliqué.

» La flexion dans les instruments méridiens a aussi attiré l'attention de Lœwy, qui inventa un ingénieux appareil pour la mesurer.

» La grande notoriété de Maurice Lœwy l'avait fait appeler à la Présidence du Comité international de la Carte du ciel. L'œuvre dont l'amiral Mouchez

avait eu l'initiative, poursuivie par Tisserand, son successeur immédiat, fut aussi glorieusement continuée par Lœwy. Lorsque la découverte d'Eros permit d'espérer une détermination plus exacte de la parallaxe du Soleil, il eut l'idée de faire servir l'organisation de ce Comité international aux études qui devaient être poursuivies dans ce but. L'idée de Lœwy fut acceptée. Pour les réalisations, il a dû centraliser, dans les circulaires relatives à Eros, les résultats des observations visuelles ou photographiques, concernant cette planète, faites dans le monde entier. Quel service signalé a rendu à l'œuvre ce rude effort, dont Lœwy seul était capable!

» Maurice Lœwy n'était pas né Français. Appelé, en 1860, par Le Verrier, de Vienne à l'Observatoire de Paris, il obtenait, 9 ans après, ses lettres de grande naturalisation. La France, en 1869, se donnait ainsi définitivement ce nouveau fils. Ni l'enfant, ni la mère n'ont eu à aucun moment l'occasion de le regretter !

» La France a profité, pendant 47 ans, du riche pécule scientifique amassé par le colossal travail de Maurice Lœwy.

» Et Maurice Lœwy a occupé dans sa nouvelle patrie les plus hautes situations qu'il pouvait ambitionner dans le monde de l'Astronomie. C'était justice. La famille de Lœwy peut remonter, avec une légitime fierté, le cours des succès obtenus par son chef : elle n'y retrouvera le souvenir d'aucune note discordante dans les concerts d'applaudissements unanimes qui ont toujours salué ces succès.

» Les vides qui se sont produits dans les rangs de nos Correspondants sont encore plus nombreux.

» Dans la section d'Astronomie, nous en perdons deux de grand renom, qui venaient à peine d'être nommés.

» C'est d'abord Trépied, Fondateur et Directeur de l'Observatoire astronomique d'Alger, connu de nous surtout par son active et féconde participation à l'établissement de la Carte du Ciel et dont Lœwy nous avait exposé les travaux et les titres, avec tant de chaleur, le 21 mai 1906.

» C'est ensuite H.-C. Vogel, dont les longs et persévérants travaux ont puissamment contribué aux progrès de la spectroscopie astronomique et qui s'est acquis tant de titres à la reconnaissance de la Science par son heureuse installation de l'Observatoire d'Astronomie physique de Potsdam.

» La section de Géographie et de Navigation ne perd qu'un seul de ses correspondants. Mais c'est J.-A.-C. Oudemans, d'Utrecht. Géographe et

astronome, il a consacré les plus belles années de sa vie à l'exploration de l'archipel Malais. Les déterminations géodésiques que la Science doit à sa prodigieuse activité sont des plus abondantes et des plus précises.

» Crova, de Montpellier, disparaît seul aussi dans la section de Physique. Il avait donné d'importants travaux sur l'actinométrie.

» Dans la section de Chimie, c'est le célèbre Mendeleeff, de Saint-Pétersbourg, que nous perdons. Il était connu du monde entier par son système de classification des éléments, dans lequel les propriétés des éléments et de leurs combinaisons sont présentées comme fonctions périodiques des poids atomiques.

» Carl Klein, Correspondant de la Section de Minéralogie, était, au moment de sa mort, professeur de Minéralogie à l'Université de Berlin. Il s'était surtout spécialisé dans l'étude des propriétés optiques des minéraux. On lui doit de nombreuses et précieuses monographies sur ce sujet.

» Enfin la Section de Médecine et de Chirurgie a perdu le vénérable Hergott, l'un des transplantés de Strasbourg à Nancy. Professeur des plus estimés et des plus goûtés, il avait su mettre au service de son enseignement une érudition de bon aloi.

» L'accomplissement du devoir que je viens de remplir ne va jamais sans réveiller de grandes tristesses. Mais il donne aussi de bien hautes satisfactions, quand les honneurs rendus aux morts s'adressent à un si riche ensemble d'illustrations. Le défilé de cette trop longue théorie d'ombres glorieuses qui s'évanouissent de la scène du monde est, pour les membres de notre Académie, une occasion de s'enorgueillir. Rares sont partout de telles cohortes d'explorateurs tombant sur le champ de la recherche intellectuelle, après avoir autant contribué à l'enrichissement du domaine de la pensée et à l'amélioration matérielle du sort de l'humanité.

» Et maintenant saluons les vivants, ceux qui ont comblé les vides créés par la mort dans notre Compagnie.

» M. Douvillé a succédé à Marcel Bertrand; M. Le Chatelier, à Moissan et M. Wallerant a pris la place abandonnée par M. de Lapparent pour occuper, au Bureau, celle du Secrétaire perpétuel Berthelot.

» Dans la Section des Académiciens libres, les sièges de Bischoffsheim, Brouardel et Laussedat sont occupés aujourd'hui par le prince Roland Bonaparte, MM. Tannery et Carpentier.

» Que nos nouveaux confrères soient les bienvenus !

» Ils vont continuer à exercer leur féconde activité dans des champs de

production qui s'étendent d'autant plus qu'on les cultive davantage et contribueront ainsi à entretenir l'éternelle jeunesse de notre Académie. Les objets d'étude s'y renouvellent encore plus vite que les hommes. Favorisée d'un tel privilège, pourrait-elle jamais vieillir?

» Les jeunes s'effrayent parfois de l'abondance des récoltes données chaque jour par la culture du terrain de la Science. Ils ont, en effet, plus d'aptitude à mesurer les richesses qui y sont incessamment prélevées qu'à se rendre compte de la valeur de ce qu'il en reste. Qu'ils se rassurent! Ce terrain est inépuisable. L'ardente et passionnée curiosité des chercheurs n'est pas près de manquer d'aliments. Il y aura toujours, dans le monde de la pensée scientifique, des régions inconnues et mystérieuses à transformer en de beaux espaces lumineux, richement colorés par la splendeur des rayons qui émanent de la Vérité naissante! »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1907.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCŒUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Boussinesq; Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Francœur à M. **Émile Lemoine**, pour l'ensemble de ses travaux de Mathématiques.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Maurice Levy, Darboux, Boussinesq; Humbert, rapporteur.)

L'Académie avait proposé le sujet suivant :

Reconnaître d'une manière générale si les coordonnées des points d'une surface algébrique peuvent s'exprimer en fonctions abéliennes de deux paramètres, de telle sorte qu'à tout point de la surface corresponde plus d'un système de valeurs des paramètres (aux périodes près).

Étudier en particulier le cas où l'équation de la surface serait de la forme $z^2 = f(x, y)$, f étant un polynome, et donner des exemples explicites de telles surfaces.

Un seul Mémoire a été présenté; les auteurs en sont deux géomètres italiens éminents, MM. **F. Enriques** et **F. Severi**, dont les remarquables travaux, associés à ceux de M. Castelnuovo, ont jeté tant de lumière sur la théorie des surfaces algébriques.

MM. Enriques et Severi partent de la représentation d'une surface hyperelliptique S, par des fonctions abéliennes de u, v, admettant le Tableau de périodes $1, 0; 0, \frac{1}{\delta}; g, h; h, g'$, où δ est un entier, invariable dans toute transformation du premier ordre, et qu'ils nomment le *diviseur* de la surface S. Ils appellent *rang* de S le nombre des couples u, v, distincts aux périodes près, qui répondent à un même point de S.

Les conditions pour qu'une surface soit hyperelliptique de rang 1 ont été données par M. Picard, et mises par M. Enriques sous une forme géométrique élégante et précise; les auteurs du Mémoire commencent par rappeler ces résultats; ils complètent ensuite l'étude des surfaces de rang 1, principalement en ce qui concerne les systèmes de courbes algébriques qu'elles contiennent.

Abordant alors les surfaces de rang r supérieur à 1, c'est-à-dire l'objet propre du problème posé, ils observent qu'une telle surface est l'image d'une involution d'ordre $r\delta$ sur une surface F, de rang et de diviseur égaux à l'unité, ce qui les conduit à faire l'étude de ces involutions et à les classer, soit d'après leurs transformations en elles-mêmes, soit d'après le nombre de leurs coïncidences. Ce dernier point de vue est particulièrement impor-

tant. MM. Enriques et Severi reconnaissent ainsi que, si l'involution possède une infinité de points doubles, son image est une surface rationnelle ou une surface réglée elliptique; si elle n'a pas de points doubles, l'image est une surface de rang 1 ou une surface elliptique; si elle a un nombre fini de points doubles, l'image est une surface *régulière*, dont les deux genres égaux sont 0 ou 1.

Après ces préliminaires, les auteurs établissent le théorème fondamental suivant :

Soient, sur une surface hyperelliptique, u_1, v_1; u_2, v_2; ...; u_r, v_r, *les r couples d'arguments qui répondent à un même point; les* u_i, v_i *s'expriment linéairement en* u_1, v_1.

La démonstration est assez délicate; l'idée principale est de considérer, sur F, un système complet de courbes C, sans points fixes communs, et d'étudier la courbe K, conjuguée dans l'involution à une courbe C : on établit que K ne peut être une courbe irréductible, et, en examinant les modes possibles de décomposition, on montre que K se décompose en $r-1$ courbes distinctes.

Il résulte immédiatement du théorème fondamental que les seules surfaces de rang supérieur à 1, et dépendant de *trois* modules arbitraires, ont le rang 2 : ce sont les surfaces bien connues représentables point par point sur la surface de Kummer ou les surfaces analogues de diviseur quelconque.

MM. Enriques et Severi font ensuite l'étude détaillée des surfaces *irrégulières* dont le rang est supérieur à 1, et qui sont nécessairement *elliptiques;* ils les classent en sept familles birationnellement distinctes, pour chacune desquelles les genres arithmétique et géométrique sont -1 et 0. Chaque famille se trouve *caractérisée* par des nombres invariants, qui sont certains plurigenres, joints à l'entier qui appartient à toute surface elliptique.

Le problème posé par l'Académie peut donc être considéré comme résolu pour les surfaces *irrégulières*.

En ce qui concerne les surfaces *régulières*, les auteurs se bornent à étudier celles qui correspondent à une involution formée, sur F, par des transformations *ordinaires*. Ils développent leur analyse en supposant le diviseur égal à l'unité, et, écartant les cas de dégénérescence, obtiennent onze types de surfaces, appartenant aux rangs 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24. Le cas de $r=2$ ramène à la surface de Kummer; ceux de $r=3, 4, 6$ correspondent à des groupes cycliques de substitutions linéaires; $r=8, 12$ à des groupes diédriques; $r=24$ à des groupes tétraédriques. Il serait trop long de suivre

MM. Enriques et Severi dans leur étude détaillée de ces surfaces, qui toutes sont réductibles birationnellement au type $z^2 = f(x, y)$, la courbe $f = 0$ étant d'ordre 6 et admettant certains points doubles et certaines courbes pluritangentes caractéristiques.

Pour compléter la solution du problème initial, il resterait donc à poursuivre la même étude, dans le cas d'une involution comprenant des transformations singulières.

En résumé, si le Mémoire des deux savants auteurs ne remplit pas entièrement le programme de l'Académie, il contient, du moins, le théorème fondamental qui domine la question, et dont la démonstration exigeait des qualités géométriques de premier ordre; de plus, dans deux directions, les conséquences de ce théorème ont été poussées jusqu'au bout : aussi la Commission est-elle unanime à proposer l'attribution du prix Bordin à MM. **F. Enriques** et **F. Severi**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Jordan, Appell, Humbert, Maurice Lévy, Darboux, Boussinesq; Poincaré, Émile Picard, Painlevé, rapporteurs.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

Perfectionner en un point important le problème d'analyse relatif à l'équilibre des plaques élastiques encastrées; c'est-à-dire le problème de l'intégration de l'équation

$$\frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 u}{\partial x^2\,\partial y^2} + \frac{\partial^4 u}{\partial y^4} = f(x, y)$$

avec les conditions que la fonction u et sa dérivée suivant la normale au contour de la plaque soient nulles. Examiner plus spécialement le cas d'un contour rectangulaire.

Douze Mémoires ont été envoyés; presque tous se recommandent par quelque recherche méritant l'attention. La Commission n'a pu retenir que ceux où se trouvait entièrement résolue la question proposée.

Elle propose d'attribuer les trois quarts du prix au Mémoire n° 2, dont l'auteur est M. Jacques Hadamard, de prendre sur les reliquats les fonds nécessaires pour attribuer la moitié du prix à chacun des Mémoires inscrits sous les numéros 3 et 8 : Le Mémoire n° 3 porte pour devise *Rien n'est beau*

que le vrai, le vrai seul est aimable; le Mémoire n° 8 a pour auteur M. Giuseppe Lauricella. La Commission attribue en outre le quart du prix au Mémoire n° 6, dont l'auteur est M. Tommaso Boggio.

Elle accorde une mention extrêmement honorable au Mémoire n° 7, portant pour épigraphe *Barré de Saint-Venant,* et elle demande à l'Académie de décider l'impression du premier des Mémoires couronnés dans le *Recueil des Savants étrangers*.

M. le **Président** ouvre en séance le pli cacheté annexé au Mémoire couronné n° 3, qui porte pour épigraphe : *Rien n'est beau que le vrai, le vrai seul est aimable*.

L'auteur du Mémoire est M. Arthur Korn, professeur à l'Université de Munich.

Rapport sur le Mémoire de M. J. Hadamard, *par M.* **P. Painlevé.**

Le Mémoire de M. **Hadamard** se compose de deux parties : la première répond entièrement au sujet proposé par l'Académie; la seconde traite d'une question connexe de maximum, d'une nature toute nouvelle, et constitue une véritable méthode, originale et profonde, de calcul des variations. Ces deux parties sont d'ailleurs étroitement liées; elles rentrent dans le problème général étudié par l'auteur et qu'il définit ainsi : *Étudier la variation des diverses quantités qui interviennent dans la solution des problèmes d'élasticité (fonction de Green et fonctions fondamentales) lorsqu'on fait varier* la forme *du domaine qui les engendre*.

Dans la première partie, M. Hadamard ramène à une équation intégrale le problème fondamental de la théorie des plaques élastiques $\Big($*détermination de la fonction biharmonique* $V(x, y)$ *par ses valeurs et celles de* $\frac{dV}{dn}$ *sur un contour fermé* $C\Big)$, « ce qui, dit-il, n'offre pas de difficultés sérieuses après les travaux de M. Fredholm et de M. Lauricella ». En quelques pages, d'une concision et d'une rigueur remarquables, il établit l'existence de la solution, en supposant toutefois que le contour ne présente pas de points anguleux. Mais il se débarrasse ensuite de cette restriction à l'aide de quelques lemmes élégants (dont l'interprétation physique est immédiate),

sur les contours C dont l'un enveloppe l'autre. Le problème fondamental est ainsi résolu dans toute sa généralité.

L'auteur signale en passant une conséquence fort intéressante de la méthode : on sait qu'une fonction harmonique de deux variables, définie d'un côté d'une ligne analytique et qui prend sur cette ligne des valeurs régulières, est prolongeable régulièrement au delà de cette ligne. M. Hadamard montre que la méthode de Fredholm permet d'étendre ce théorème à toutes les équations (aux dérivées partielles du deuxième ordre) linéaires et elliptiques, et à un nombre quelconque de variables. Pour les fonctions biharmoniques, le théorème analogue s'énonce ainsi : *une fonction biharmonique* V, *régulière sur un bord d'une ligne analytique ainsi que* $\frac{dV}{dn}$, *est prolongeable régulièrement de l'autre côté de la ligne.*

Un autre résultat auquel l'auteur attache une grande importance, bien que le temps, dit-il, lui ait manqué pour en tirer toutes les conséquences, est le suivant : *la fonction de Green de l'élasticité, la fonction de Green ordinaire et la fonction de Neumann vérifient une même équation, à la fois différentielle et intégrale, de forme simple.* Cette équation gouverne ainsi trois grands problèmes entièrement distincts : en outre, un problème qui s'est montré rebelle jusqu'ici aux efforts des analystes, l'étude de la propagation des ondes à la surface d'un liquide, dépend d'une équation analogue.

J'arrive maintenant à la question de maximum abordée par M. Hadamard et qui lui a été inspirée par ce théorème énoncé *sans démonstration* par lord Rayleigh : *Le cercle réalise l'*extremum *du son fondamental d'une plaque homogène encastrée, dont le périmètre (ou l'aire) est donné.* Le problème que traite M. Hadamard est analogue : *Une force donnée étant appliquée en un point donné normalement à une plaque encastrée, déterminer le maximum de la flexion pour un périmètre (ou une aire) donné de la plaque.*

Ce problème, type d'une classe de problèmes que pose la Physique mathématique, échappe entièrement au calcul ordinaire des variations. M. Hadamard l'attaque par une première méthode qui est une extension de celle de Kneser et Scheffers, mais cette méthode est, par essence, limitée au maximum *relatif.* Pour atteindre le maximum *absolu,* il faut inventer une méthode nouvelle : c'est ce qu'a tenté M. Hadamard, sans être arrivé encore à résoudre entièrement le problème posé. Il établit seulement que la plaque circulaire dont le centre est le point d'application de la force fléchissante jouit de la propriété énoncée de maximum par rapport aux plaques dont le contour est voisin du cercle et assujetti (quant à la courbure) à des restric-

tions de continuité. Mais, si le but n'est pas encore atteint, on connaît du moins un chemin pour l'atteindre.

Si riche qu'il soit en résultats acquis, ce Mémoire est plus remarquable encore par ceux qu'il fait espérer.

Rapport sur le Mémoire de M. LAURICELLA *et le Mémoire n°* 3, *portant pour épigraphe : « Rien n'est beau que le vrai, le vrai seul est aimable »*, par M. ÉMILE PICARD.

Le Mémoire de M. **LAURICELLA**, inscrit sous le numéro 8, est un travail très soigné qui résout complètement le problème proposé. A l'équation différentielle en z relative à l'équilibre des plaques $\Delta\Delta z = f(x, y)$, l'auteur substitue un système Γ de deux équations différentielles où les fonctions inconnues sont les dérivées partielles du premier ordre u et v de la fonction z ; on doit alors intégrer le système Γ en supposant u et v données sur le contour, ces données satisfaisant d'ailleurs à une relation qui s'obtient immédiatement. M. Lauricella développe d'abord pour le système Γ une théorie généralisant celles des potentiels de double et simple couches, qui lui permettra de suivre ici une voie analogue à celle de Fredholm pour le problème de Dirichlet. Les deux fonctions de x et y qui jouent le rôle de potentiel de double couche dépendent de deux fonctions arbitraires sur le contour, que nous pouvons appeler *deux densités ;* ces pseudo-potentiels sont discontinus pour le passage par ce contour. En tout point de celui-ci, on cherche leurs limites intérieures et extérieures. M. Lauricella se propose ensuite de mettre les fonctions cherchées u et v sous la forme de tels potentiels. Le système fonctionnel, qui fait connaître leurs densités, s'obtient immédiatement, en écrivant que les limites intérieures des potentiels ont des valeurs données sur le contour. Ce système est formé de deux équations intégrales de Fredholm ; on se trouve précisément dans un cas singulier, mais, le second membre satisfaisant à la relation dont nous avons parlé plus haut, la condition classique dans la théorie de l'équation de Fredholm se trouve vérifiée. Le problème initial a alors une solution qui est d'ailleurs unique, comme on peut *a priori* le démontrer.

M. Lauricella traite aussi un problème *extérieur*, en supposant que u et v soient données sur le contour et s'annulent d'une certaine manière à l'infini ainsi que leurs dérivées premières. Ici, comme dans le problème *extérieur* de Dirichlet, quand on veut mettre la solution sous la forme d'un potentiel, il n'y a pas, en général, de solution ; mais on peut modifier les conditions

posées, en ajoutant aux valeurs données sur le contour des constantes convenables, et le problème ainsi modifié est susceptible d'être résolu.

Le cas du rectangle, comme de tout contour ayant des pointes, échappe à l'analyse précédente, où l'on suppose que les coordonnées des points du contour considérées comme fonctions de l'arc sont finies et continues ainsi que leurs dérivées des trois premiers ordres. M. Lauricella traite directement le cas du rectangle au moyen de séries de fonctions circulaires et hyperboliques, en utilisant les idées qui ont amené autrefois Mathieu à résoudre un problème d'élasticité relatif au prisme rectangle.

En résumé, M. **Lauricella** a répondu complètement à la question posée par l'Académie. L'élégance et la netteté de ce beau travail le désignent particulièrement à notre attention.

Le Mémoire inscrit sous le numéro 3 et portant pour devise : *Rien n'est beau que le vrai, le vrai seul est aimable* (1), résout aussi de la manière la plus satisfaisante le problème proposé, en faisant sur le contour la seule hypothèse qu'il possède en chacun de ses points une tangente unique et un rayon de courbure différent de zéro. Un problème auxiliaire est d'abord traité, dans lequel on détermine deux fonctions U et V satisfaisant aux conditions

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \Delta U &= -\frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial x}\iint f\log\frac{1}{r}\,d\omega \\ \Delta V &= -\frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial y}\iint f\log\frac{1}{r}\,d\omega \end{aligned}\right\}\ \text{à l'intérieur de l'aire,}$$

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} U &= \frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial y}\iint\left(\frac{\partial V}{\partial x}-\frac{\partial U}{\partial y}\right)\log\frac{1}{r}\,d\omega \\ V &= -\frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial x}\iint\left(\frac{\partial V}{\partial x}-\frac{\partial U}{\partial y}\right)\log\frac{1}{r}\,d\omega \end{aligned}\right\}\ \text{sur le contour,}$$

la fonction $\frac{\partial V}{\partial x}-\frac{\partial U}{\partial y}$ étant harmonique à l'intérieur. Ce problème résolu, on trouve facilement, par la formule

$$z = -\frac{1}{2\pi}\iint\left(\frac{\partial U}{\partial x}+\frac{\partial V}{\partial y}\right)\log\frac{1}{r}\,d\omega,$$

la solution cherchée.

Suivant une méthode employée dans diverses circonstances, l'auteur introduit un paramètre auxiliaire λ dans les équations au contour, en rempla-

(1) Auteur : M. Arthur Korn.

çant dans les équations (2) le facteur $\frac{1}{2\pi}$ par $\frac{\lambda}{2\pi}$; il développe U et V suivant les puissances de λ et montre que la convergence a encore lieu pour $\lambda = 1$. Il y parvient en examinant certaines intégrales formées avec les coefficients U_i et V_i de λ^i dans les développements considérés. Nous sommes donc là dans un ordre d'idées analogue à celui qui a été mis en œuvre par MM. Schwarz, Neumann et Poincaré dans des travaux bien connus. Des difficultés qui, dans ce genre de questions, se présentent pour le cas de trois dimensions, ne se rencontrent pas ici, à cause de la possibilité de faire des représentations conformes. Les démonstrations sont développées avec beaucoup de soin, et la convergence uniforme est établie pour les séries formées avec les fonctions U_i et V_i et leurs dérivées premières, non seulement pour l'intérieur, mais aussi pour les points du contour, ce qui conduit à la solution du problème qui est unique, comme on le voit aisément.

L'auteur ne fait qu'une courte remarque concernant le cas où le contour aurait des pointes, comme il arrive dans un rectangle. L'analyse précédente s'applique dans ses grandes lignes; il arrive seulement que les dérivées premières de U et V et, par suite, les dérivées secondes de z deviennent infiniment grandes en s'approchant des pointes, sans que toutefois les intégrales envisagées cessent d'avoir un sens.

Nous trouvons encore dans ce Mémoire quelques problèmes intéressants susceptibles d'être traités par les mêmes méthodes. Tel est le problème classique du mouvement stationnaire d'un liquide doué de frottement dans le cas de deux dimensions; la solution de ce problème est donnée d'une manière complète et générale. Le travail se termine par un aperçu sur les analogues des problèmes précédents dans l'espace à trois dimensions.

Ce Mémoire remarquable se signale, comme le précédent, par l'élégance et la simplicité de son analyse, quoique dans un ordre d'idées tout différent. Il satisfait entièrement au programme qui avait été proposé.

Rapport sur le Mémoire de M. Boggio *et le Mémoire n° 7 portant pour épigraphe « Barré de Saint-Venant », par* M. **Henri Poincaré.**

Le Mémoire n° 6 a pour auteur M. Boggio. Il contient un grand nombre de résultats partiels des plus importants ; M. Boggio aborde successivement le problème par toutes ses faces et, avant d'en donner la solution générale, il cherche à tirer le meilleur parti possible d'un grand nombre de méthodes différentes. Nous devons remarquer que la plupart de ces méthodes ont été

déjà proposées, mais l'auteur, après avoir rappelé les travaux de ses devanciers, introduit dans chacune de ces méthodes une foule de perfectionnements destinés à en augmenter la rigueur ou la portée.

Il est préoccupé en même temps de donner à ses résultats une généralité aussi grande que possible, et c'est ainsi qu'au lieu d'envisager seulement l'équation du problème $\Delta^4 u = 0$, il s'attaque tout de suite à l'équation plus générale $\Delta^{2m} u = 0$. Il généralise d'abord certaines formules de Green et la notion de fonction de Green, qui, ici, a une signification physique très simple. Après avoir rappelé certains théorèmes déjà connus qui permettent de représenter une fonction quelconque polyharmonique (c'est-à-dire satisfaisant à $\Delta^{2m} u = 0$) par une combinaison de polynomes simples et de fonctions harmoniques [c'est-à-dire satisfaisant à $\Delta^2(u) = 0$], il détermine la fonction de Green pour une aire circulaire et donne par là la solution complète du problème pour une plaque circulaire. Cette solution, à la vérité, avait déjà été donnée, tant pour une plaque circulaire que pour une plaque annulaire; mais M. Boggio la simplifie considérablement, surtout en ce qui concerne les plaques annulaires. Vient ensuite la solution du problème pour une plaque elliptique par une série très convergente où figurent des fonctions hyperboliques des coordonnées elliptiques.

L'auteur aborde également le cas où le contour de la plaque peut être conformément représenté sur un cercle par le moyen de fonctions rationnelles; la solution, quoique assez compliquée, est complète; ajoutons qu'une partie de ces résultats avaient déjà été obtenus par M. Almansi. Il tente encore deux autres méthodes, dont l'une est la méthode des approximations successives de M. Picard, tandis que l'autre le conduit à une infinité d'équations linéaires à une infinité d'inconnues. Il reconnaît que ces méthodes peuvent le conduire au but pourvu que certaines inégalités soient satisfaites; il montre qu'elles le sont quelquefois, mais pas toujours.

L'Académie avait spécialement appelé l'attention des concurrents sur le cas de la plaque rectangulaire. M. Boggio a remarqué que ce problème peut se ramener à un autre problème d'élasticité autrefois résolu par Mathieu; il rappelle la solution de Mathieu et montre comment on peut en déduire celle qu'on cherche. On peut remarquer que celle-ci est plus simple et qu'il semblerait plus naturel de suivre une marche inverse, en remontant du problème proposé à celui de Mathieu.

Nous mentionnerons particulièrement le dernier Chapitre où l'auteur applique la méthode de Fredholm qui le conduit à la solution complète du problème. Il donne même deux solutions différentes; nous ferons observer

que dans l'une d'elles figure la fonction *ordinaire* de Green et dans l'autre ce qu'il appelle la *fonction de Dini,* c'est-à-dire une fonction analogue à celle de Green, mais telle que ce n'est pas la fonction elle-même, mais sa dérivée normale, qui s'annule sur le contour. Les deux solutions supposent donc la résolution préalable du problème de Dirichlet ou d'un problème analogue.

Le Mémoire n° 7 porte pour épigraphe : *Barré de Saint-Venant.* Le problème y est abordé par deux méthodes distinctes. La première est analogue à celle qui a été appliquée autrefois au problème de Dirichlet par M. Zaremba. Substituons à l'équation $\Delta^4 \varphi = 0$ l'équation plus générale

$$\Delta^4 \varphi + 2\xi \Delta^2 \varphi + \xi_1 \varphi = 0,$$

le problème peut facilement être résolu quand on a $\xi_1 = \xi^2$ et que ξ est négatif; l'équation

$$\Delta^4 \varphi + 2\xi_0 \Delta^2 \varphi + \xi_0^2 \varphi = 0$$

étant ainsi résolue, on passe à l'équation plus générale

$$\Delta^4 \varphi + 2\xi_0 \Delta^2 \varphi + \xi_0^2 \varphi + \eta(\Delta \varphi + \xi_0 \varphi) = 0,$$

et l'on voit que la solution peut en être développée suivant les puissances de η en une série qui converge pourvu que $|\eta| \leqq |\xi_0|$; cela donne la solution de

$$\Delta^4 \varphi + \xi_0 \Delta^2 \varphi = 0.$$

On voit alors que la solution de

$$\Delta^4 \varphi + (\xi_0 + \zeta) \Delta^2 \varphi = 0$$

est développable suivant les puissances de ζ et que le développement converge pourvu que $\zeta \leqq \xi_0$, ce qui donne enfin la solution de $\Delta^4 \varphi = 0$.

La seconde méthode est fondée sur l'emploi de l'équation de Fredholm. Dans la solution figure la fonction ordinaire de Green (de même que dans la solution analogue de M. Boggio). Cela n'est qu'un léger désavantage, mais la solution présente une autre imperfection, puisqu'elle exige un processus assez indirect de passage à la limite; on détermine par l'équation de Fredholm une certaine fonction ϖ dépendant d'un paramètre arbitraire λ, on en déduit par une intégrale définie une autre fonction φ et la fonction cherchée V est la limite du produit $\lambda \varphi$ pour $\lambda = \infty$.

Les deux méthodes se complètent mutuellement; la première, impropre

au calcul, a surtout pour objet de démontrer l'existence de la solution; la seconde prêterait à des objections si cette existence n'était regardée comme préalablement établie.

Le cas du rectangle n'est pas spécialement traité.

Dans un concours ordinaire, où l'on n'aurait pas à juger un si grand nombre d'excellents travaux, ce dernier Mémoire aurait pu être couronné. C'est à regret que la Commission ne lui donne qu'une Mention extrêmement honorable.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires: MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Maurice Levy, rapporteur.)

La Commission attribue le prix à M. **Cuënot**, ingénieur des Ponts et Chaussées, pour ses études expérimentales sur les déformations des voies de chemins de fer et sur les moyens d'y remédier.

Elle accorde une mention exceptionnellement honorable à M. le professeur **Petot**, pour le cours qu'il a professé, à la Faculté des Sciences de Lille, sur la théorie des automobiles.

Elle désire ainsi l'encourager à terminer la publication de ce cours, dont un fascicule seulement a paru.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Maurice Levy, rapporteur.)

La Commission attribue le prix à feu M. le colonel **Renard**, pour l'ensemble de ses recherches mathématiques et expérimentales sur la Mécanique et pour la part qui lui revient dans l'état actuel de l'Aéronautique.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Vieille; Bertin, rapporteur.)

Sur la proposition de la Commission l'Académie décerne les deux tiers du prix à M. **Gayde**, Ingénieur en chef de 1[re] classe du Génie maritime, à la Section technique des Constructions navales, pour ses travaux sur la protection des navires de guerre; le tiers du prix à feu M. **J. Estève**, Mécanicien de la Marine, victime de la catastrophe du *Iéna*, pour son Ouvrage sur les turbines marines à vapeur.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille; Maurice Levy, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Darboux, Lippmann, Poincaré.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Darboux, Lippmann, Poincaré; Bigourdan, rapporteur.)

Un siècle s'est écoulé depuis que W. Herschel a découvert que certaines étoiles sont enchaînées l'une à l'autre par l'attraction. Et depuis lors il a été fait, sur les étoiles doubles et multiples, un nombre considérable de mesures.

Pour certains couples, à mouvement plus ou moins rapide, on avait réuni l'ensemble des observations faites sur eux, afin d'étudier la nature de leur mouvement, de calculer leur orbite. Mais ces monographies isolées, ces relevés partiels ne sont plus suffisants aujourd'hui : un travail d'ensemble, étendu à tous les couples catalogués, réunissant les mesures dispersées dans un grand nombre de publications, était devenu indispensable.

Cette œuvre immense, qui peut-être dépassait les forces d'un seul homme, est aujourd'hui fort avancée, grâce à quelques astronomes parmi

lesquels se distingue M. **Th. Lewis**, astronome de l'Observatoire royal de Greenwich et un des secrétaires de la Société royale astronomique de Londres.

M. Lewis s'est spécialement attaché aux étoiles doubles cataloguées et mesurées par W. Struve, soit un total de 2693 couples : pour chacun d'eux il donne les moyennes de l'ensemble des mesures, il discute la nature du mouvement en s'aidant de la considération des mouvements propres connus, etc. Bien des couples négligés ont été remesurés par lui, de sorte que les conclusions qu'il présente sont basées sur les données les plus récentes. Pour les couples en mouvement orbital, il donne les systèmes d'éléments calculés jusqu'ici et fréquemment il en calcule de nouveaux. Souvent il donne des diagrammes qui figurent les arcs parcourus par le compagnon et font saisir d'un seul coup d'œil les caractéristiques de son mouvement.

Tout cela réuni constitue un fort volume qui donne, sous une forme succincte, l'histoire complète de chaque couple, sans même oublier les résultats fournis par le spectroscope.

C'est là un travail considérable, aussi utile qu'opportun ; et votre Commission propose d'attribuer le prix Lalande à M. **Th. Lewis**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Janssen, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Darboux, Lippmann, Poincaré ; Lœwy, rapporteur.)

M. **Giacobini**, astronome à l'Observatoire de Nice, s'applique, avec un infatigable zèle et une remarquable habileté, à la recherche des comètes qu'il poursuit avec un grand succès à l'aide de l'équatorial coudé de cet établissement.

Ce qui rehausse le mérite de cet astronome c'est que, par le mode spécial d'exploration de l'espace mis en pratique par lui, il réussit à découvrir des corps célestes se trouvant généralement à la limite de visibilité et présentant souvent un intérêt particulier à cause de leur mouvement elliptique.

Dans le courant de l'année écoulée, M. Giacobini a encore eu la bonne fortune d'enrichir l'Astronomie de deux acquisitions de même nature.

La Commission est d'avis d'attribuer le prix Valz à M. **Giacobini**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT.

(Commissaires : MM. Janssen, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Darboux, Lippmann, Poincaré ; Lœwy, rapporteur.)

M. **Gaillot**, ancien Sous-Directeur de l'Observatoire de Paris, s'occupe avec énergie et persévérance, depuis une longue série d'années, à compléter l'œuvre de Le Verrier, relative à la théorie des grosses planètes. Grâce à des labeurs d'une portée considérable, il est parvenu à découvrir la cause de la notable discordance qui existe entre le mouvement réel de Saturne et celui conclu au moyen des Tables de Le Verrier. Le Bureau des Longitudes, pénétré de la haute valeur des nouvelles Tables publiées par M. Gaillot, a décidé de les utiliser désormais pour la rédaction des éphémérides de cet astre.

La Commission propose, à l'unanimité, de décerner à M. **Gaillot** le prix G. de Pontécoulant.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

GÉOGRAPHIE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Van Tieghem, de Lapparent; Edmond Perrier, rapporteur.)

Le prix Gay est décerné à M. le Dr **Jean Charcot**.

L'expédition de M. Charcot, dans les régions polaires antarctiques, à bord du *Français*, bâtiment aménagé spécialement dans ce but, est trop connue pour qu'il soit nécessaire de justifier par de longs développements la proposition de votre Commission d'attribuer le prix Gay à l'homme qui,

dans cette campagne organisée par lui, a déployé tant de courage et d'énergie.

En 1901, quatre expéditions avaient essayé d'aborder la région antarctique par divers côtés et d'y pénétrer le plus avant possible : une anglaise, une allemande, une suédoise, une écossaise. Les Anglais avaient mis 3 millions à la disposition de la *Discovery*, les Allemands 1 million et demi à celle du *Gauss*, les Écossais 1 million à celle de la *Scotia*. M. Charcot n'avait à sa disposition que 450 000^{fr}. Il a su malgré la faiblesse de cette somme, rivaliser heureusement avec ses prédécesseurs et obtenir comme eux les plus remarquables résultats. Après quelques difficultés d'organisation, la mission s'est trouvée définitivement constituée par MM. Charcot; A. Matha, lieutenant de vaisseau; J. Rey, enseigne; Pléneau, ingénieur de l'École Centrale; Dr J. Turquet, licencié ès sciences, boursier de voyage du Muséum; Gourdon, licencié ès sciences.

Outre la lourde charge de la direction de l'expédition, M. le Dr Charcot avait pris la responsabilité de la santé de ses collaborateurs et celle des recherches bactériologiques; M. Matha devait s'occuper des observations astronomiques, de l'hydrographie, de l'étude des courants et des marées, de la chimie de l'eau de mer, de la gravitation; M. Rey de la météorologie, du magnétisme terrestre, de l'électricité atmosphérique; M. Pléneau de la photographie, de la surveillance des appareils et des machines; M. le Dr Turquet de la zoologie et de la botanique; M. Gourdon de la géologie et de la glaciologie. L'équipage ne comprenait que quatorze hommes; les noms de ces braves doivent être associés à la récompense que nous vous proposons pour M. Charcot, ils s'appelaient :

E. Cholet, E. Goudier, J. Jabet, R. Rallier du Baty, J. Guéguen, F. Rolland, F. Hervéou, A. Besnard, F. Libois, F. Guéguen, L. Poste, M. Roso, R. Paumelle, F. Dayné.

L'expédition quitta le Havre le 15 août 1903 et le 9 juin 1905 rentrait à Toulon ramenant tout son personnel en parfaite santé, malgré les rigueurs et les privations d'une longue période d'hivernage dans les glaces.

Toutes les péripéties de cette longue campagne ont été consignées dans le beau Volume que M. Charcot a publié à son retour : *Le* Français *au pôle Sud*.

C'est entre le 63e et le 68e degré de latitude Sud que les travaux de la Mission se sont déroulés. Les côtes dans cette région sont presque exactement dirigées du Nord-Est au Sud-Ouest : le relevé exact en a été dressé pour les îles Brabant, Anvers, une bonne partie de la Terre de Graham et de

la terre Loubet, découverte par le *Français*. Le livre publié par M. Charcot contient la Carte de ces régions et aussi les nombreuses observations de MM. Matha, Rey, Pléneau, chacun dans la spécialité à laquelle il s'était consacré.

M. Turquet a de son côté donné une Note sur la vie animale et végétale au pôle Sud, M. Gourdon sur la géologie.

Mais ce sont là des publications préliminaires. Les travaux *in extenso* seront publiés par les soins des Ministères compétents.

Un Volume d'Histoire naturelle dû à la collaboration de nombreux naturalistes réunis par M. Joubin a déjà été publié.

Les résultats connus, dans leur ensemble, sont considérables et suffisants, nous l'espérons, pour que vous consacriez les propositions de la Commission.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Van Tieghem, Perrier; de Lapparent, Bouquet de la Grye, rapporteurs.)

Le prix est partagé en parties inégales entre M. **Jacques de Morgan** et M. **Paul Crépin Bourdier de Beauregard.**

Rapport de M. **A. de Lapparent** *sur les travaux de M.* Jacques de Morgan.

M. **Jacques de Morgan** n'est pas seulement l'explorateur éminent qui s'est fait une renommée spéciale par le succès de ses fouilles archéologiques en Égypte et en Perse. Au cours de ses voyages dans cette dernière contrée, il a su réunir beaucoup de données nouvelles, qui intéressent à la fois la Géographie et la Géologie de l'Asie. Les deux Volumes d'*Études géographiques* de la *Mission scientifique en Perse*, publiés en 1894 et 1895, en font suffisamment foi, ainsi que sa description de la Susiane, qui date de 1900. En 1895, M. de Morgan publiait une Carte au $\frac{1}{250000}$ de la partie centrale du Kurdistan persan; et, la même année, il donnait à la fois une Carte des rives méridionales de la Caspienne entre l'Atrek et la frontière russe du Lenkovan, et une Carte au $\frac{1}{750000}$ de tout l'Elam: publications complétées, en 1905, par une Carte au $\frac{1}{300000}$ du Talyche persan. Si l'on ajoute que le même

auteur a porté avec fruit son attention sur les changements survenus, avec le temps, dans les contours du fond du golfe Persique, par suite du progrès des alluvions des fleuves de la Mésopotamie, enfin qu'on lui doit aussi une Carte d'une partie de la presqu'île malaise, l'importance de son œuvre géographique n'aura pas besoin d'une plus ample démonstration.

Mais M. de Morgan a fait plus. Il a parcouru toutes ces régions en géologue, et sa remarquable aptitude à la découverte des gisements fossilifères l'a mis à même de recueillir, au Kurdistan, au Louristan, en Susiane, comme sur les bords de la Caspienne, de nombreux documents paléontologiques, dont l'examen a permis à M. Douvillé de faire faire à la Géologie de la Perse des progrès de grande importance, et cela grâce à la précision des indications fournies par l'explorateur.

A tous ces points de vue, M. **de Morgan** s'est montré le continuateur de M. de Tchihatchef, et rien ne doit paraître plus justifié que l'inscription de son nom sur la liste des lauréats du prix institué par ce savant.

Rapport de M. **Bouquet de la Grye** *sur les travaux de M.* Paul Crépin Bourdier de Beauregard.

M. le Capitaine **Paul Crépin Bourdier de Beauregard** a été chargé de 1901 à 1903 de trois missions dans le Delta du Fleuve Rouge, comportant une durée de 17 mois, pour effectuer le levé topographique à grande échelle des diverses parties de cette région.

L'analyse de ces travaux est suivie des Cartes qu'ils ont permis de graver ou de dessiner. Leur examen montre l'importance de ces levés et la difficulté de les mener à bonne fin, le sol en certaines parties étant couvert de forêts, repaires de pirates et de bêtes fauves.

On voit dans ces nombreuses Cartes combien est grande l'activité du Service géographique de l'Armée en Indo-Chine.

M. Crépin, qui est breveté de langue annamite, a publié un vocabulaire usuel français-tonkinois qui est très apprécié.

C'est en raison de l'ensemble de ces travaux que la Commission a décerné à M. **Paul Crépin Bourdier de Beauregard** une partie du prix Tchihatchef, pour l'année 1907.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Mascart, Becquerel, Violle, Amagat, Gernez, Maurice Levy, Poincaré; Lippmann, rapporteur.)

L'Ouvrage de M. **Lucien Poincaré** sur la *Physique moderne* contient l'exposé des principaux Chapitres qui sont venus en ces dernières années enrichir la Science. On sait que depuis un temps relativement court de grandes découvertes se sont succédé en s'enchaînant : les expériences de Hertz sur la propagation de l'induction électromagnétique se rattachent aux phénomènes de l'électro-optique. Les rayons Rœntgen ont conduit à la découverte des corps radioactifs par M. Henri Becquerel et du radium par P. Curie. D'autre part, les propriétés remarquables des membranes semi-perméables, qui éclairent le phénomène de l'endosmose, s'expliquent par la théorie des ions, très analogue à celle des rayons Becquerel. Ces récentes découvertes ne sont pas exposées dans les anciens traités de Physique ou bien elles n'y ont été introduites que sous forme de suppléments.

M. **Lucien Poincaré** a jugé qu'il était utile de présenter sous une forme élémentaire et en un petit Volume l'aspect de la Physique moderne, en donnant à chaque Partie une étendue proportionnelle à son importance, et en faisant ressortir les liens que la théorie fait entrevoir entre les divers Chapitres. Il a su faire les réserves nécessaires sur la solidité des hypothèses impliquées par cette théorie et, en même temps, montrer avec clarté l'enchaînement de ce vaste ensemble.

Votre Commission a pensé que cet Ouvrage de philosophie scientifique méritait d'être récompensé par l'attribution du prix Hébert.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX HUGUES.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Violle, Amagat, Gernez, Maurice Levy, Poincaré; Becquerel, rapporteur.)

La Commission du prix Hugues a décerné le prix à M. **P. Langevin**, pour l'ensemble de ses travaux.

La partie expérimentale de ceux-ci est relative aux phénomènes d'ionisation des gaz, étudiés avec le succès que l'on sait, dans le laboratoire du professeur J.-J. Thomson, à Cambridge, où M. P. Langevin a exécuté il y a quelques années ses premières recherches. L'auteur a réalisé, dans les méthodes d'observation, divers perfectionnements et les a appliqués à l'étude de la mobilité des ions gazeux. Parmi les résultats obtenus, on doit mentionner la constatation de l'existence permanente, dans l'atmosphère, d'ions de faible mobilité, portant des charges électriques très notables, ainsi que la réalisation, en collaboration avec M. Moulin, d'un appareil enregistreur des ions de l'atmosphère, applicable aux diverses catégories d'ions et servant à des recherches poursuivies au sommet de la tour Eiffel.

Ces déterminations expérimentales ont été corrélatives de développements théoriques sur la diffusion des molécules gazeuses et sur les propriétés des électrons.

L'étude approfondie de ces dernières a conduit l'auteur à formuler des vues théoriques intéressantes sur les propriétés magnétiques et diamagnétiques des corps.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Gernez, Maurice Levy, Poincaré; Amagat, rapporteur.)

La Commission a décidé d'attribuer le prix Gaston Planté à M. **Mathias** pour l'ensemble de ses travaux et en particulier pour les recherches considérables relatives au magnétisme terrestre exécutées depuis 1893 jusqu'à ces dernières années.

Il n'y a donc lieu que de rappeler brièvement les recherches antérieures

à ce dernier travail. Les premières datent de 1886 et 1887; elles ont été faites en collaboration avec M. Cailletet et ont pour objet la détermination des densités de vapeur et de liquide à saturation.

Tous les autres travaux publiés depuis par M. Mathias lui sont personnels.

C'est d'abord un travail considérable relatif à la détermination expérimentale de la chaleur latente de vaporisation des gaz liquéfiés. M. Mathias a entrepris ensuite et mené à bonne fin un ensemble important de mesures calorimétriques ayant pour but la détermination des chaleurs spécifiques des liquides et des vapeurs à saturation; ce travail n'est pas moins remarquable par les résultats auxquels il a conduit que par l'habileté et l'ingéniosité avec lesquelles ont été abordées des difficultés expérimentales réellement considérables.

Je rappellerai encore de nombreuses Notes touchant les propriétés thermiques des fluides et un ensemble fort intéressant et bien connu de recherches relatives aux lois des états correspondants.

Le travail de M. Mathias sur le magnétisme terrestre constitue le Tome VII des *Annales de l'Observatoire de Toulouse*, publié en 1907. Dans un premier Mémoire M. Mathias expose l'ensemble d'un nombre énorme de mesures absolues d'inclinaison, de déclinaison et de composante horizontale exécutées à Toulouse; ces mesures montrent comment les variations des éléments en question sont liées à l'action solaire; se limitant aux mesures de déclinaison et de composante horizontale l'auteur arrive à cette conclusion que : ce ne sont pas les taches du Soleil qui agissent sur l'aiguille aimantée, mais certaines parties de la surface solaire infiniment plus étendues.

Un second Mémoire est consacré aux mesures faites aux environs de Toulouse; partant de ces données, M. Mathias montre comment on peut résoudre le problème consistant à soustraire le plus possible la représentation du champ magnétique terrestre superficiel à l'action du temps, par l'adoption d'une station de référence convenablement choisie. La partie essentielle du travail de M. Mathias est la recherche de la loi de distribution régulière des éléments magnétiques d'une contrée à date fixe; il montre qu'il y a, pour élément magnétique donné, des stations régulières obéissant à une même loi de continuité fonction seulement de la latitude et de la longitude géographique, et des stations irrégulières n'obéissant à aucune loi connue. La loi qui régit les stations régulières, dans le cas de la France et du remarquable réseau déterminé par M. Moureaux, a été établie par deux méthodes, l'une due à M. Mathias, l'autre appliquée en commun avec M. Baillaud;

elles conduisent aux mêmes résultats et montrent que notre pays, au point de vue magnétique, est le type des contrées régulières, malgré les anomalies présentées par le bassin de Paris, le plateau de Bretagne et le massif central.

D'après M. **Mathias** le champ magnétique terrestre peut être considéré comme étant la superposition d'un vecteur constant dépendant du magnétisme des roches de l'écorce terrestre et d'un vecteur variable d'origine électromagnétique et provenant des courants qui, d'après Blavier, circulent dans l'air, mais dont une partie traverse les couches superficielles de la Terre, ce qui expliquerait l'influence du relief du sol et de la nature des couches superficielles, que l'ensemble des recherches dont il s'agit met en évidence.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Amagat, Maurice Levy, Poincaré; Gernez, rapporteur.)

M. **Paul Villard**, sorti de l'École Normale agrégé des Sciences physiques, passa quelques années dans l'enseignement des lycées; mais, n'y trouvant pas les ressources matérielles nécessaires pour continuer les recherches qu'il avait entreprises, il obtint un congé et reçut au laboratoire de Chimie de l'École Normale une hospitalité que les directeurs se firent un devoir et un honneur de lui continuer. Pendant 20 ans, il s'est exclusivement voué aux investigations scientifiques avec une ardeur et une persévérance que stimulaient sans cesse la nouveauté, l'élégance et l'éclat des résultats obtenus.

Ses premières expériences ont fait connaître l'existence de 24 hydrates de corps simples ou composés, gazeux à la température ordinaire; entre autres, l'hydrate d'argon (la seule combinaison de ce corps simple qui ait encore été réalisée). Il montra qu'ils ont une composition commune ($M + 6H^2O$), même forme cristalline, etc. Il fit voir ensuite que les gaz comprimés peuvent, même à froid, dissoudre les corps solides ou liquides les plus divers. Il donna le moyen aisé de reproduire, à volonté, même au-dessus de la température du point critique, les phénomènes inexpliqués du mirage que l'on observe au voisinage de cette température.

Ces recherches mettaient en lumière les qualités d'expérimentateur sa-

gace et habile de M. Villard. Il les développa plus brillamment encore lorsqu'il aborda l'examen des rayons cathodiques, des rayons de Röntgen et autres. Pour en faire une étude suivie et fructueuse, il fallait varier la forme et les dimensions des ampoules de verre, les modifier et les transformer suivant les exigences des résultats obtenus. M. Villard, qui avait acquis l'habileté d'un praticien consommé, construisit ses appareils, les appropria à ses recherches et put multiplier à volonté les essais. Par une série d'expériences admirablement ordonnées, il établit que la configuration de l'ampoule et sa disposition par rapport à la cathode ont une influence importante sur la forme et le diamètre du faisceau émis par la cathode. Il mit en évidence, par des dispositifs ingénieux, l'existence d'un afflux matériel arrivant sur la cathode et reconnut que cette matière donne presque exclusivement le spectre de l'hydrogène. Il en déduisit l'explication des rayons de Goldstein (Kanalstrahlen) et de l'échauffement bien connu de la cathode. Au cours de ses recherches, il imagina une série d'ingénieux appareils : transformateurs, soupapes électriques et, en particulier, l'osmo-régulateur. Cet instrument permet d'introduire de l'hydrogène dans une ampoule ou de l'en extraire au moyen d'un tube de platine chauffé au rouge; il est couramment employé aujourd'hui par les radiographes.

Parmi les expériences que M. Villard a réalisées sur les rayons X de Röntgen, il convient de signaler celles qui sont relatives aux effets qu'ils produisent sur les plaques photographiques et les écrans phosphorescents, tels que le platinocyanure de baryum. Il montre qu'ils sont effacés par la lumière, d'où il résulte qu'une plaque impressionnée sur toute sa surface par les rayons X, puis exposée devant un paysage, dans une chambre photographique, pendant 40 à 50 secondes, reprend son aspect initial, aux blancs du paysage, et donne, par conséquent, un cliché positif.

On savait que le radium émet des rayons très absorbables (rayons α) et des rayons déviables par les aimants, comme les rayons cathodiques (rayons β); M. Villard eut l'idé de chercher s'il n'existait pas, dans le faisceau de radiations émis par le radium, un rayonnement comparable aux rayons de Röntgen. Malgré la faible quantité de matière qu'il avait à sa disposition (1^{dg} de chlorure de baryum radifère, de médiocre activité), il tenta l'expérience. Il dévia les rayons β par un champ magnétique et constata l'existence d'autres radiations très pénétrantes mais non déviables, qui sont aujourd'hui désignées par la lettre γ.

Parmi les travaux plus récents de M. Villard, l'étude de la décharge

électrique mérite d'être signalée comme modèle : choix des expériences, élégance des appareils employés pour leur démonstration, netteté des déductions auxquelles elles conduisent, tout concourt à prouver que, pour expliquer les propriétés magnétiques de l'arc ou de l'étincelle, il est nécessaire de les assimiler, non pas à un ensemble de particules en mouvement, mais à des conducteurs flexibles. L'expérience a, sur ce point, vérifié les résultats prévus par le calcul et cette assimilation a conduit l'auteur à découvrir nombre de faits nouveaux, tels que la segmentation de la lumière positive, l'allumage progressif de la chaîne anodique dans le sens anode-cathode avec des vitesses qui descendent parfois à quelques mètres par seconde, le passage du phénomène de Geissler à l'étincelle condensée et à l'arc, par suppression des phénomènes cathodiques, etc. L'expérience de Melde, réalisée avec une colonne gazeuse dont la décharge fait un cordon lumineux, a confirmé, de la manière la plus inattendue, la curieuse interprétation proposée par l'auteur.

L'étude détaillée des enroulements cathodiques dans des champs non uniformes n'est pas moins importante. Elle a permis à M. Villard de donner une théorie très simple de l'aurore polaire, théorie qu'il a confirmée en reproduisant artificiellement l'aspect et les particularités principales du phénomène naturel. Elle repose sur deux propriétés remarquables des rayons cathodiques produits dans un champ magnétique de révolution analogue par sa forme au champ terrestre. La première, découverte analytiquement par M. Poincaré, dans le cas d'un champ à lignes de force rectilignes convergentes, est le rebroussement que subissent les trajectoires cathodiques, quand elles arrivent à une certaine distance d'un pôle magnétique; la seconde, qui résulte de la décroissance du champ avec la distance à l'axe, est le décalage qui transforme en une spirale particulière la circonférence qu'on observerait dans un champ uniforme, normal à la direction de la vitesse. De ces deux propriétés il résulte qu'entre deux pôles magnétiques un rayon cathodique ne s'enroule pas sur un tube de force, mais forme, autour de l'axe du champ, une spirale gauche complexe dont l'enveloppe présente l'aspect d'une série de fuseaux en zigzag se terminant, à distance de chaque pôle, à des parallèles magnétiques. L'ensemble de ces enroulements constitue, dans chaque hémisphère, près de chaque pôle, un éventail auroral limité, comme dans le phénomène naturel, par un arc circulaire dont l'intérieur est sombre.

La rotation de l'aurore, la danse des rayons, les apparences de drapeaux

sont expliquées par la largeur plus ou moins grande des surfaces d'émission, les variations soit de la vitesse des corpuscules, soit de l'intensité ou de la forme du champ terrestre.

Enfin, M. Villard a créé, pour la télégraphie sans fil, un alternateur spécial, dont le courant, analogue pour sa forme à celui d'une bobine d'induction, mais beaucoup plus puissant, convient tout particulièrement à ce genre d'application.

Ces travaux, dans lesquels on ne sait ce qu'il faut admirer le plus de la sagacité de l'inventeur, de la persévérance et de l'habileté du praticien, légitiment la décision unanime de la Commission de décerner le prix La Caze à M. **Paul Villard.**

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Amagat, Gernez, Maurice Levy, Poincaré; Violle, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Pierre Weiss.**

Depuis plus de dix ans, M. P. Weiss, aujourd'hui professeur au Polytechnicum de Zurich, poursuit des recherches d'un très grand intérêt sur le magnétisme.

Dans sa thèse, faite au laboratoire de l'École Normale, il montre que les cristaux ferromagnétiques cubiques ne se comportent pas comme des matières isotropes, mais obéissent à des lois générales qu'il a étudiées expérimentalement.

L'étude de la pyrrhotine l'occupe ensuite et le conduit à la connaissance détaillée des propriétés tant réversibles qu'irréversibles d'un cristal ferromagnétique, propriétés qu'il réussit à exprimer analytiquement d'une façon complète.

De la ressemblance des courbes représentant l'intensité d'aimantation en fonction du champ et de la température avec celles qui représentent la densité d'un fluide en fonction de la pression et de la température, Curie avait conclu que l'état paramagnétique est analogue à l'état gazeux, l'état ferromagnétique à l'état liquide. M. Langevin a donné récemment une théorie qui rend remarquablement compte des propriétés des corps diamagnétiques et paramagnétiques. M. **P. Weiss** s'est proposé d'établir dans le même

ordre d'idées une théorie du ferromagnétisme, et il y a réussi au moyen d'une hypothèse ingénieuse sur les actions mutuelles des molécules magnétiques.

En considérant le *champ moléculaire*, il a établi théoriquement la variation du ferromagnétisme avec la température, essayant même de suivre les propriétés magnétiques du fer au delà de la température de transformation; il a pu ainsi retrouver les propriétés expérimentales des cristaux ferromagnétiques et expliquer dans tous leurs détails les courbes et cycles d'aimantation des métaux industriels.

Parallèlement à ces travaux théoriques de grande importance, il menait à bien les recherches expérimentales les plus délicates; il imaginait des procédés nouveaux et construisait des appareils remarquables : tel son appareil pour montrer les propriétés magnétiques de la pyrrhotine; tel surtout cet électro-aimant qui, sous un volume relativement faible, donne les champs les plus puissants que l'on ait obtenus jusqu'à ce jour (46300 gauss).

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Troost, Ditte, Le Chatelier, Schlœsing, Carnot; Haller, Armand Gautier, Georges Lemoine, rapporteurs.)

La Commission propose de partager le prix Jecker en parties inégales, entre MM. **Blaise, Delépine** et **Hamonet.**

Rapport de M. **Haller** *sur les travaux de M.* Blaise,

Après avoir collaboré avec son maître, M. Béhal et son ami M. Blanc, dans des recherches sur la nitrocampholénolide et sur la constitution des aminocampholènes et de la camphénylone, M. **Blaise** s'est livré à des études

conduisant à la synthèse des acides diméthylglutarique, diméthyllévulique, diméthylhexanonoïque et térébique, apportant ainsi une large contribution personnelle à ce chapitre si captivant du camphre et des terpènes.

La plasticité des dérivés organométalliques et leur application si féconde en synthèse organique ne tardèrent pas à attirer son attention.

Une étude approfondie de la préparation des organomagnésiens lui fit voir d'abord que l'éther y joue un rôle fondamental par son oxygène tétravalent.

Ces mêmes dérivés le conduisirent ensuite à trouver un procédé général de préparation des cétones, au moyen des nitriles, et partant, une méthode de production des éthers acidylacétiques par l'intermédiaire de l'éther cyanacétique.

Au cours de ces recherches, M. Blaise s'aperçut que le magnésium pouvait souvent être avantageusement remplacé par le zinc et, dès lors, il s'attacha à réaliser la synthèse des éthers alcoylacidylacétiques par condensation des éthers bromés avec les nitriles en présence du zinc, et celles des cétones allylées par l'action de l'iodure d'allyle sur les nitriles en présence du même métal.

Il imagina enfin une synthèse des amides alcoylées et des alcoylthiamides par action des dérivés organomagnésiens sur les éthers isocyaniques et isosulfocyaniques.

Dans une autre série de recherches, il étudia avec une grande sagacité les phénomènes de migrations intramoléculaires et en particulier celle de la liaison éthylénique des acides non saturés, de l'acide glutaconique et des cétones allylées.

Il montra en outre que, dans la déshydratation des acides alcools, il pouvait y avoir migration des radicaux alcooliques.

Les relations entre groupements fonctionnels en positions éloignées fixèrent également son attention. Ses recherches, relatives aux acides bibasiques et aux diamines, montrent que la réaction intramoléculaire, entre deux groupements fonctionnels, n'est pas une fonction périodique du nombre d'atomes de carbone compris entre ces deux groupements.

Grâce à la mise au point d'une méthode de production des cétones β-chloréthylées et vinylées, il put aussi aborder les synthèses des alcoylacidylcyclohexanones, des éthers alcoylcyclohexénonecarboniques, des acides δ-cétoniques, des alcoyldihydrorésorcines et des γ-alcoylquinoléines et enrichir ainsi nos connaissances de toute une catégorie nouvelle de combinaisons cycliques.

Au cours de ces dernières années il est peu de chimistes qui ne se soient efforcés de trouver de nouveaux procédés de préparation des aldéhydes, par suite du rôle important que ces corps jouent dans de nombreuses synthèses scientifiques et industrielles.

En étudiant l'action de la chaleur sur les acides alcools, M. Blaise montra qu'il se forme, avec de bons rendements, des aldéhydes dans le cas où la fonction alcool est secondaire et des isomères instables des acides éthyléniques, dans le cas où cette fonction est tertiaire.

Citons encore : des recherches dans le groupe du pyrane, recherches qui ont conduit aux acides alcoyldicétopiméliques et aux acides alcoylpyranedicarboniques, par cyclisation des premiers; une étude sur les acides α-alcoylacryliques, dont il a donné un mode de préparation, et nous avons terminé notre esquisse sur l'ensemble des travaux que M. Blaise a conçus et exécutés ou fait exécuter.

Dans cette énumération, nous nous sommes borné à signaler le genre et la fonction des molécules découvertes, et avons passé sous silence la longue liste des nouveaux corps imaginés et mis au jour dans le laboratoire.

Le labeur considérable qu'exige la réalisation des idées et des conceptions théoriques que nous venons d'exposer n'a pu être accompli par M. Blaise seul. Il a demandé le concours de plusieurs de ses élèves que le maître a inspirés et dirigés.

En s'associant des collaborateurs comme MM. Guérin, Courtot, Gault, Maire, Marcilly, Luttringer, Bagard et Houillon, il a contribué de la façon la plus heureuse et la plus active à maintenir les traditions établies dans l'Institution où il professe, traditions qui imposent au maître la double tâche d'apporter un contingent personnel au progrès de nos connaissances chimiques et de préparer, en formant des disciples, la Science de demain, la Science de l'avenir.

En raison de ses mérites, M. **Blaise** a été jugé digne par la Commission de recevoir une partie notable du prix Jecker.

Rapport de M. **Armand Gautier** *sur les travaux de M.* Marcel Delépine.

Depuis qu'en 1894, M. **Marcel Delépine** constatait la production de l'hexaméthylène-tétramine par l'action du chlorobromure ou du chlorure de méthylène sur l'ammoniaque, la plupart de ses travaux sont restés le développement progressif et logique de ces premières observations sur les com-

binaisons du méthylène, ou du formol, à l'ammoniaque et aux méthylamines. Il sut y rattacher bientôt des recherches étendues sur les amines et les amides qui peuvent dériver des aldéhydes.

La détermination de la constitution de l'hexaméthylène-tétramine amena M. Delépine à reviser l'ensemble de nos connaissances sur l'aldéhydate d'ammoniaque, l'éthylidène-imine, les hydramides, les glyoxalidines isomères, les bases quinoléiques et les pyridiques.

En même temps, faisant l'étude thermique de ces combinaisons, il montrait que celles qui ne sont plus hydrolysables avec retour aux générateurs se forment avec un dégagement de chaleur supérieur aux combinaisons restées hydrolysables; observations intéressantes dont il sut déduire une série de conséquences que vérifia l'observation.

A un point de vue plus particulier, les combinaisons méthyléniques des méthylamines furent l'origine d'une méthode nouvelle de préparation de ces bases. L'étude de la méthylène-méthylamine $(CH^3Az = CH^2)^3$ l'amenait à établir la vraie constitution des carbothialdines et à préparer les premiers éthers imidothiocarboniques tels que $CH^3Az = C = (SCH^3)^2$.

L'examen des dérivés halogéno-alcoylés de l'hexaméthylène-tétramine suggérait à M. Delépine un nouveau mode de préparation des amines primaires. Enfin il établit par de nombreuses preuves que l'aldéhydate d'ammoniaque est l'hydrate de l'éthylidène-imine trimérisée $(CH^3 - CH = AzH)^3$ qui en dérive par simple perte d'eau à froid. Plus tard il montra comment, par l'action du formonitrile sur les imines, se forment les α-aminonitriles, dont il sut dériver les diverses combinaisons : sels, nitriles hydantoïques et sulfohydantoïques, etc.

Revenant à ses recherches sur le méthylimidothiocarbonate de méthyle, M. Delépine, en faisant agir les éthers halogénés sur le thiosulfocarbonate d'ammonium ou sur ceux d'amines, put obtenir régulièrement les éthers des types :

$AzH^2\text{-}CS^2R$; $RAzH\text{-}CSR$; $RR'AzCSR''$; $AzH = C(SR)^2$; $AzR' = C(SR)^2$.

Les réactions du formol, son oxydation, son union à l'ammoniaque et aux amines, le dédoublement hydrolytique de ses combinaisons, leur polymérisation, etc., ont fait, de la part du même savant, le sujet d'études thermochimiques complètes. Plus tard, il reprenait, à ce point de vue, les formals et acétals; il établissait la réversibilité de l'acétalisation, et il déduisait de ces données thermiques que les alcools plurivalents doivent chasser

les monovalents, remarque qui lui permit d'obtenir de nouveaux acétals qui n'avaient pu être produits par d'autres méthodes.

M. Delépine a fait aussi connaître le formol sulfurique ou sulfate de méthylène et les produits de sulfuration directe de l'aldéhyde ordinaire, de l'aldéhyde propionique et de l'acétone.

Dès 1895, il appelait l'attention des chimistes sur l'insuffisance de la méthode de Kjeldahl pour le dosage de l'azote des chloroplatinates, le platine détruisant une partie de l'ammoniaque qui se forme. Cette remarque le conduisit à étudier les composés platino- et surtout iridiosulfuriques où le platine et l'idirium entrent dans la constitution du radical électronégatif de ces acides. C'est ainsi qu'il découvrit, en 1906, plusieurs séries de ces sels complexes qui ne précipitent pas les sels de baryum.

On doit à M. Delépine des recherches thermochimiques sur les composés du tungstène et du molybdène et sur les hydrures et azotures de thorium, ces derniers en collaboration avec M. Matignon.

On sait que M. Berthelot, chez qui M. Delépine resta plusieurs années comme préparateur particulier et chef de laboratoire, lui fit l'honneur de l'associer à plusieurs de ses travaux, sur les carbures et acétylures métalliques, sur la méthode des combustions dans la bombe calorimétrique, sur la thermochimie de l'acide lactique, etc.

A ces divers titres, la Commission des prix de Chimie a jugé devoir accorder à M. **Delépine** une partie importante du prix Jecker pour 1907.

Rapport de M. Georges Lemoine *sur les travaux de M.* Hamonet.

M. **Hamonet**, élève de Friedel, a d'abord étudié l'action du chlorure ferrique sur les chlorures des acides organiques. On réalise ainsi une synthèse rappelant celles qui, avec le chlorure d'aluminium, ont donné à MM. Friedel et Crafts de si brillants résultats : on aboutit finalement aux cétones ainsi qu'aux éthers β-cétoniques, produits depuis peu par d'autres méthodes.

L'œuvre la plus remarquable de M. Hamonet est la découverte de trois nouveaux glycols, ou alcools diatomiques biprimaires homologues de celui de Wurtz et celle des composés qui s'y rattachent.

I. Après la préparation du glycol proprement dit, ou éthane-diol (Wurtz, 1856), Reboul avait fait connaître le propane-diol (1872). Mais

on avait vainement cherché à produire le troisième terme authentique de cette série, le butane-diol ou glycol tétraméthylénique. Guidé par des considérations générales, M. Hamonet y est arrivé par l'électrolyse du β-amyl-oxy-propanoate de sodium : la décomposition portant sur deux molécules, on obtient ainsi la diamyline du butane-diol : celle-ci, par l'acide iodhydrique, se change en di-iodobutane qui, par l'acétate d'argent, donne une diacétine; en saponifiant cette diacétine on a le glycol cherché qui n'avait été obtenu par aucune autre méthode.

II. Pour le glycol de l'étage supérieur, le pentane-diol ou glycol pentaméthylénique, M. Hamonet a recours à la méthode, si féconde, de M. Grignard. En traitant par le magnésium la bromo-amyline tétraméthylique, dissoute dans l'éther, on a un composé magnésien nouveau qu'on fait réagir sur un éther halogéné méthylique, tel que la bromo-amyline méthylénique; on produit ainsi la diamyline du pentane-diol, qui, par les mêmes réactions que pour l'étage inférieur, fournit le pentane-diol.

On remonte ainsi d'un atome de carbone dans l'échelle des homologues. C'est une méthode générale qui a permis, en particulier, de reproduire le butane-diol découvert antérieurement par M. Hamonet en faisant usage de l'électrolyse.

III. Le glycol de l'étage suivant, hexane-diol ou glycol hexaméthylénique, qui n'avait pas été isolé, a été obtenu en reprenant la préparation des éthers-oxydes hexaméthyléniques. On fait réagir le sodium sur le phénoxypropane iodé, refroidi et dilué dans l'éther. On a ainsi le diphénoxyhexane. Par l'acide iodhydrique, on le convertit en di-iodohexane, et les mêmes réactions que tout à l'heure conduisent au glycol cherché.

La nature biprimaire de ces trois glycols a été établie par la production de nombreux dérivés biprimaires. Leurs éthers iodhydriques, traités par le cyanure de potassium, ont donné les nitriles correspondants et, par eux, les acides adipique, pimélique et subérique.

Tout récemment, ces travaux ont été complétés par une nouvelle méthode qui permet d'obtenir par synthèse les composés biprimaires contenant un nombre impair d'atomes de carbone.

Toutes ces recherches, très délicates et laborieuses, sur des sujets abordés déjà par différents chimistes sans qu'ils eussent abouti à des résultats certains et précis, constituent une œuvre considérable. La Commission de Chimie propose d'attribuer à M. **Hamonet** une portion du prix Jecker.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Gautier, Ditte, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Schlœsing, Carnot ; Troost, rapporteur.)

La Commission propose de partager le prix également entre MM. **Gain**, **Mailhe**, **Guillemard**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Ditte, Lemoine, Le Chatelier, Schlœsing père, Carnot ; Haller, rapporteur.)

A l'unanimité des membres présents, la Commission décerne le prix Montyon à M. **Bonneville** pour la découverte qu'il a faite et la fabrication qu'il a établie, d'un mastic à base de zinc métallique destiné, en remplacement du mastic au minium de plomb, à la confection dans l'industrie des joints chauds et en particulier des joints de vapeur.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. Michel Lévy, de Lapparent, Lacroix, Barrois, Perrier, Zeiller ; Gaudry, rapporteur.)

Le grand prix des Sciences physiques pour 1907 a pour sujet :

Les abîmes et les cavernes, étude générale des eaux souterraines, notamment au point de vue de l'hygiène.

Votre Commission, à l'unanimité, propose de donner ce prix à M. **Martel.**

Depuis 1888, M. Martel a créé une nouvelle branche des connaissances humaines, la Spéléologie. Pendant qu'on multiplie les observations à la surface du sol, dans les plaines et les montagnes, il a entrepris d'explorer ses profondeurs. Il n'y a pas d'abîme, si effrayant qu'il soit, où il ait craint de pénétrer; son ardeur s'est communiquée à d'autres chercheurs : grottes immenses, stalactites féeriques, rivières souterraines nous apprennent que l'intérieur de la terre a des merveilles aussi bien que sa surface.

Pendant plusieurs années, les explorations d'abîmes ont excité notre admiration parce qu'elles complétaient l'esthétique de la nature; elles ne semblaient pas avoir de résultats pratiques. A partir de 1892, elles ont pris une importance économique de premier ordre. L'étude des eaux souterraines rend à l'hygiène des services que l'on commence à comprendre et qui émeuvent les pouvoirs publics.

A partir des travaux de M. Bouchard en 1877, de nombreuses recherches ont montré le rôle de l'eau dans les maladies transmissibles, particulièrement la fièvre typhoïde; ce rôle a été définitivement consacré par Brouardel, au Congrès de Vienne en 1887. Une eau de source assez pure pour servir à l'alimentation doit avoir été filtrée par son passage lent entre les molécules des terrains qu'elle a traversés.

Or, M. Martel a exploré presque toutes les cavités souterraines signalées en France; il a visité aussi plusieurs de celles de l'Autriche, de la Grèce, de la Russie, de l'Angleterre, de l'Irlande, de la Belgique. De ces recherches persévérantes il est résulté d'une manière éclatante que la plupart des prétendues sources, dans les terrains calcaires si répandus à la surface du globe, ne sont point des sources d'eau filtrées; ce sont des fontaines, c'est-à-dire des émergences de cours d'eau, coulant dans des assises diaclasées en tous sens; elles sont en rapport avec des crevasses plus ou moins larges, des abîmes ou avens, des trous superficiels. Les eaux qui s'y précipitent sont exposées à être contaminées par les animaux morts qu'on y jette, les fuites des mares, les fumiers, les déjections humaines; à leur point d'émergence, ces eaux que l'on croyait pures peuvent amener les germes de mort. On avait espéré que la craie, étant poreuse, laissait exsuder l'eau par ses interstices capillaires et qu'ainsi elle formait un filtrage. Mais il est aujourd'hui reconnu que la craie n'est guère plus filtrante que la plupart des autres calcaires et que ses fissurations président à la circulation souterraine des eaux.

Il est superflu de rappeler les graves conséquences de ces observations

devant l'Académie. Elle en est bien pénétrée. Il importe qu'il en soit de même pour les Municipalités, et qu'elles aient la possibilité d'y remédier. Il faut, d'une part, lutter contre les contaminations des eaux à leur entrée dans les terrains calcaires, et, d'autre part, à leur sortie multiplier, en les perfectionnant, les filtrages artificiels. Depuis 1900, une circulaire du Ministre de l'Intérieur interdit les captages d'eau alimentaire sans un rapport d'un géologue et d'un bactériologiste.

Si, aux yeux des hygiénistes, la question qualitative des eaux est une question vitale, la question quantitative ne l'est pas moins pour l'agriculture et l'industrie. Les géologues, depuis quelques années, ont révélé l'importance du rôle de l'eau dans le modelé des continents. Soit par leur action dissolvante sur les calcaires, soit par leur action mécanique sur les rochers tendres, les sables, les conglomérats, elles ont abaissé le niveau des montagnes, des collines, et enlevé, même dans des pays peu accidentés, des masses énormes de couches. Les eaux poursuivent leur action destructrice dans l'intérieur du sol. Les explorateurs d'abîmes s'étonnent chaque jour davantage du nombre et de la grandeur des cavités souterraines. Par l'étude de ces cavités et aussi par celle des cañons à ciel ouvert, M. Martel acquiert en ce moment la conviction que les actions chimiques et mécaniques, combinées ensemble, ont des effets beaucoup plus prompts qu'on aurait pu l'imaginer. Il cite de nombreux faits montrant la rapidité avec laquelle l'eau descend de plus en plus dans les pays calcaires.

Des phénomènes désastreux résultent nécessairement de ce que l'eau s'enfonce dans l'écorce terrestre, au lieu de circuler à sa surface, donnant la vie au monde végétal et au monde animal. La région des Causses est, en France, l'exemple le plus frappant des ruines qu'amène la perte des eaux. Comme le boisement est le moyen certain de retenir les eaux à la surface du sol, M. Martel et ses imitateurs fournissent aux défenseurs de la sylviculture des arguments irrésistibles, qui les aideront peut-être à vaincre des résistances opiniâtres et funestes.

Il y aurait à citer beaucoup de recherches particulières de M. Martel : ses nombreux emplois de fluorescéine qui permettent de suivre le cours des eaux depuis leur point d'entrée dans l'intérieur du sol jusqu'à leur point de sortie, l'application des recherches faites sur les émergences naturelles aux émergences des puits forés par l'homme, ses remarques sur la possibilité de présager la pureté des eaux par la fixité de leur température au point d'émergence.

Quand on étudie les volumes de M. Martel, son dernier Mémoire intitulé

L'eau, et la multitude des Notes où il a consigné les faits recueillis dans ses explorations souterraines, on constate une énorme somme de travaux, de fatigues, de dangers et une rare puissance d'observation. Il a commencé par être un simple curieux des beautés de la nature ; il est devenu un des bienfaiteurs de son pays et de l'humanité.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Albert Gaudry, Michel Lévy, de Lapparent, Lacroix, Perrier, Zeiller; Barrois, rapporteur.)

La Société géologique de Londres célèbre cette année son centenaire. Cette illustre Compagnie tient une place d'honneur dans la Science, par la date de sa fondation, par l'importance des progrès auxquels elle a présidé et par l'étendue de la conquête qu'elle poursuit sans égard des temps et des hommes, bien au delà des limites mêmes de l'immense Empire britannique, celle du globe terrestre tout entier.

Nombre de ses membres ont rendu à la Géologie française des services signalés. Les noms de Murchison, Lyell, Poulett-Scrope, Godwin-Austen, Prestwich, Evans, Bonney, etc., sont inscrits pour toujours sur la terre de France, qu'ils ont si savamment fouillée.

Un de ses anciens présidents, le regretté Prestwich, qui fut l'un de nos Correspondants, contribue encore après sa mort au développement de la Géologie française, par le prix qu'il a fondé auprès de la Société géologique de France.

La Section de Minéralogie, désireuse de témoigner à la Société géologique de Londres, à l'occasion de son centenaire, ses sentiments de haute estime et de gratitude, aurait aimé, cette année, honorer son président d'une des distinctions dont elle dispose. Elle a cru cependant que la situation, parmi nos Correspondants, de Sir Archibald Geikie, l'empêchait de le ranger parmi nos lauréats. Elle vous propose, pour ces motifs, de décerner le prix Delesse, à l'un des vice-présidents de la Société géologique de Londres, à **M. J.-J.-H. Teall**, successeur de Sir Archibald Geikie, comme Directeur général des Services géologiques officiels de la Grande-Bretagne.

Les travaux de M. Teall, comme ceux de Delesse, ont essentiellement porté sur l'histoire des roches. Il s'est occupé de leur composition chimique

et minéralogique, de leur structure microscopique, des conditions variées de leur répartition et de leur gisement. Sa première étude lithologique eut pour objet les phosphates de chaux du Crétacé inférieur anglais : cet essai lui valut, en 1873, le prix Sedgwick de l'Université de Cambridge. Peu après, il se mit à l'étude microscopique des roches, réduites en lames minces, étude qui prenait alors son essor, et la Science lui est redevable d'un grand nombre de Mémoires sur la composition des roches cristallines, éruptives, plutoniques et métamorphiques, sur les dykes du nord de l'Angleterre, sur les andésites des monts Cheviots, sur les serpentines du cap Lizzard, sur les roches à cordiérite, sur le métamorphisme de la dolérite en schiste amphibolique, sur l'origine des gneiss rubanés, etc. Mais M. Teall a deux titres qui lui assurent une place dans l'histoire de la Science géologique : il est l'auteur de la *Pétrographie britannique* et il préside à l'œuvre du Survey géologique de la Grande-Bretagne.

Sa *Pétrographie britannique* a appris aux géologues anglais la structure microscopique des roches cristallines de leur pays, en même temps qu'elle les initiait aux méthodes lithologiques modernes : on y trouve décrites, figurées et classées, toutes les roches cristallines anglaises, avec leurs minéraux constituants, leur structure, leur analyse chimique. On ne peut citer comme termes de comparaison, pour ce beau Livre, que les traités fondamentaux de MM. Fouqué et Michel Lévy sur les roches éruptives françaises, de MM. Zirkel et Rosenbusch sur les roches éruptives allemandes.

Comme Directeur du Service de la Carte géologique de la Grande-Bretagne, M. Teall avait la mission redoutable de succéder à Murchison, à Ramsay, à Sir Archibald Geikie. Il suffit d'un coup d'œil sur les Cartes à grande échelle que trace actuellement, en Écosse, le Service qu'il dirige, ou encore sur celles qui, dans le sud de l'Angleterre, portent les formations superficielles, pour constater que, comme par le passé, la Carte géologique du Royaume-Uni doit être citée comme un modèle qui n'a point encore été surpassé.

Ainsi M. Teall a mérité qu'on le loue comme érudit et comme administrateur, mais nous retiendrons surtout que ses idées ont marqué sur la marche de la pétrographie moderne.

Quand il écrivit sa *Pétrographie britannique,* les spéculations physico-chimiques qui avaient occupé un rang si prépondérant dans la science des roches, pendant le milieu du siècle, illustrant chez nous les noms de Durocher et de Delesse, étaient universellement délaissées; un nouveau champ d'observations et de découvertes avait été ouvert par l'introduction du

microscope à l'étude des roches, et tous y travaillaient. M. Teall fut le premier à reprendre le vieux problème de la genèse des roches éruptives et des causes de leurs différences, armé des données nouvelles fournies par le microscope, par l'analyse et par les lois de la Chimie physique régissant les solutions.

Avant lui, on avait généralement attribué la variété des roches ignées au mélange en proportions variées de deux magmas existant d'une façon indépendante dans les réservoirs profonds. Il a montré que le problème pétrographique se confondait avec celui de l'évolution des magmas, et recherché comment les roches pouvaient devoir leur variété à la différenciation chimique de magmas homogènes.

Pour lui, le magma silicaté des roches ignées est comparable à une solution ou à un bain de métaux en fusion, et le principe de Soret lui est applicable. Il montre l'identité de structure microscopique des roches et des alliages, et affirme enfin la dépendance génétique qui relie la différenciation des magmas aux phénomènes de diffusion. Une même cause physique préside à l'ordre de cristallisation des minéraux dans le magma, à la nature de la différenciation et à l'ordre des éruptions successives.

La théorie de M. Teall sur l'évolution d'un magma fondamental ne constitue pas un corps de doctrine complet : il connaissait trop bien les travaux de M. Michel Lévy et de ses élèves, sur les digestions des roches, en profondeur, pour ne pas voir qu'elle était insuffisante et provisoire; elle a cependant été utile, puisqu'elle a été le point de départ de tous les travaux sur la différenciation et des plus grands progrès accomplis dans la Lithologie, depuis l'application du microscope à l'étude des roches.

Ainsi l'idée de M. Teall marque une phase dans le développement de la Pétrographie, science longtemps descriptive, qui s'est élevée avec lui à la recherche des causes. L'importance de son idée doit être jugée, moins par l'importance des résultats acquis que par la direction qu'elle imprima aux recherches théoriques, puisqu'elle a orienté la Pétrographie dans sa voie actuelle. Ce mérite, à défaut d'autres, suffirait pour désigner, aux suffrages de l'Académie, M. **Teall**, comme lauréat du prix Delesse, le premier prix français de Pétrographie.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Chatin, Giard; Bornet, rapporteur.)

L'*Index bryologicus*, que M. le général **E.-G. Paris** a patiemment élaboré, au grand avantage des botanistes qui se livrent à l'étude des Mousses, est un répertoire alphabétique où sont rassemblées toutes les citations bibliographiques et synonymiques relatives aux genres et aux espèces de cette nombreuse famille de plantes. La publication de ce vaste répertoire, commencée en 1895, fut achevée en 1898. Douze mille espèces y sont énumérées. Mais telle fut pendant ce court intervalle l'activité des bryologues, que 2000 espèces au moins n'étaient pas cataloguées. Un Supplément devenait nécessaire et, pour en faciliter l'apparition, l'Académie, dans sa Séance publique annuelle de 1898, attribua à M. le général Paris, à titre d'encouragement, une partie du prix Montagne.

Au lieu de publier le Supplément attendu, M. le général Paris a préféré donner une seconde édition où il a introduit plusieurs améliorations et qui offre aux botanistes, en une série unique, la bibliographie complète de toutes les Mousses décrites jusqu'à la fin de l'année 1900. Les cinq Volumes de l'*Index bryologicus*, qui comprennent 1700 pages, remplacent toute une bibliothèque et sont aussi précieux pour le travail courant que pour le classement des herbiers. Dans une foule de cas, les bryologues pourront limiter leurs recherches bibliographiques aux espèces décrites à partir de l'année 1901.

Un Chapitre nouveau, qui n'existait pas dans la première édition et qui n'a d'équivalent dans aucun grand groupe de végétaux, augmente beaucoup l'intérêt de l'Ouvrage. L'auteur publie des Tableaux indiquant, pour chaque genre, outre le nombre des espèces dont il se compose, le nombre des espèces qui occupent une aire plus ou moins restreinte (endémiques) ou qui sont répandues sur une grande surface du globe (pandémiques) et enfin leur répartition dans les 19 flores entre lesquelles il a divisé la surface de la Terre : « Pour chacune de ces flores et séparément, les Tableaux

donnent le nombre des espèces de chaque catégorie et enfin, par leur réunion, celui des espèces de la flore. Ces trois nombres sont reportés sur la Carte qui fait suite aux Tableaux, ce qui permet d'embrasser d'un seul coup d'œil l'ensemble de la végétation bryologique mondiale au dernier jour du XIXe siècle. »

Il n'est pas inutile d'ajouter que M. le général Paris a poussé le dévouement à ses végétaux favoris jusqu'à publier à ses frais un Ouvrage dont il savait ne pouvoir être rémunéré.

Afin de récompenser ce volontaire de la Science, la Commission est unanime à décerner à M. le général **Paris** le prix Desmazières pour 1907.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Zeiller; Prillieux, rapporteur.)

M. **F. Guéguen** a consacré aux Champignons inférieurs, dont les formes multiples sont souvent rattachées les unes aux autres d'une façon incertaine, une suite de recherches poursuivies avec beaucoup de méthode et de précision.

Dans ses premières études il se proposa de contrôler la nature des Champignons dont le mycélium se développe dans des solutions souvent fort toxiques employées en Pharmacie. Pour parvenir à les déterminer, il les cultiva dans des milieux divers où ils fructifièrent et il constata ainsi que tous ces mycéliums se rapportent à un petit nombre d'espèces.

Il étendit ensuite ses recherches à de nombreuses espèces de Mucédinées. Pour rendre comparables les résultats de ses observations, M. Guéguen a adopté une marche constante dans la série de ses cultures en employant autant que possible des milieux, soit solides, soit liquides, d'une composition exactement déterminée et en notant les températures, maxima, optima et minima de la germination des spores, de la formation des conidies, des ascopores, etc.

A l'aide de cette méthode, il est arrivé à la détermination et à l'identification rationnelle de diverses Mucédinées jusque-là très incomplètement connues et dont les relations génétiques étaient ignorées. Par des descriptions très précises et des dessins exécutés d'après nature avec une scrupu-

leuse exactitude, il a fait connaître toutes les formes, tous les détails de structure que présentent les espèces qu'il a étudiées pendant tout le cours de leur développement.

Un certain nombre de Champignons vivent en parasites sur les animaux. Les dommages qu'ils causent à l'homme et aux animaux domestiques ne sont pas sans importance; on a reconnu qu'ils produisent certaines affections particulières dont l'étude ne doit pas être négligée, mais leur détermination précise présente des difficultés qui ne peuvent être résolues qu'en les cultivant de façon à pouvoir suivre leur évolution dans des conditions convenablement déterminées.

M. Guéguen était très bien préparé par ses observations antérieures sur la culture de diverses Mucédinées à aborder cette étude spéciale en reprenant et coordonnant tous les travaux publiés sur ce sujet. Le Livre qu'il a publié sur les Champignons parasites de l'homme et des animaux est très bien fait pour donner aux laboratoires de parasitologie un guide précis qui facilitera bien utilement les recherches. Il y décrit d'une façon précise, dans des diagnoses rédigées sur un même plan pour les rendre comparables, les Champignons dont il fait connaître la morphologie, l'habitat et le rôle pathogène. Il rend ainsi aisée la comparaison des formes voisines et permet d'éviter les fréquentes confusions qui ont encombré la littérature et la synonymie d'une foule d'espèces et de genres déjà décrits sous d'autres noms. Des dessins joints au texte ajoutent une nouvelle clarté à la précision des descriptions.

Dans un autre ordre de recherches, M. Guéguen a étudié les modifications qui se produisent accidentellement dans les Champignons supérieurs et cherché à déterminer quelles sont les influences extérieures auxquelles on les peut attribuer. Il a ainsi expliqué la production d'hyméniums adventices par la présence de corps étrangers appliqués sur le chapeau de diverses Agaricinées.

Enfin plusieurs cas de Pathologie végétale ont été l'objet des observations de M. Guéguen et il a exposé dans un petit Livre très complet, sous une forme concise, mais avec de bonnes et nombreuses figures, l'état actuel de nos connaissances sur tous les parasites végétaux et animaux qui attaquent la vigne.

La Commission chargée de juger le concours vous propose à l'unanimité d'attribuer le prix Montagne à M. **Fernand Guéguen** pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Chatin, Giard; Guignard, rapporteur.)

Les Zingibéracées constituent une importante famille de plantes comprenant environ 850 espèces, pour la plupart originaires de la Malaisie et de la Nouvelle-Guinée. En 1901, le Muséum d'Histoire naturelle de Paris en possédait plus de 600, mais leur détermination et leur classement n'avaient pas encore été entrepris.

M. F. **Gagnepain** a consacré cinq années à ce difficile travail, qui est aujourd'hui complètement terminé. Au cours de cette longue étude, il a été sollicité de déterminer aussi les Zingibéracées qui existaient dans les collections de Montpellier, de Caen, de Genève, de Vienne, ainsi que dans les herbiers de Cosson, Drake del Castillo, Boissier et De Candolle. L'examen de tous ces matériaux lui a permis de décrire plus de 120 espèces nouvelles, dont les diagnoses, accompagnées de commentaires et d'aperçus historiques et critiques, ont paru dans 19 Notes insérées au *Bulletin de la Société botanique de France*.

Outre les figures publiées en même temps que les descriptions d'espèces nouvelles, M. F. Gagnepain a exécuté un millier de croquis accompagnés de Notes indiquant les caractères les plus importants pour la détermination. Le souci de l'auteur n'a d'ailleurs pas été uniquement de faire connaître les nouveautés et les espèces critiques; il a tenu à étudier à fond le groupe tout entier, en multipliant, pour une même espèce, quand la chose pouvait être utile, les dessins de ses différentes formes. Ces dessins constituent une *Iconographie* qui doit paraître dans les *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle* et sera d'une grande utilité pour les recherches ultérieures sur cette famille de plantes.

Un travail de cette nature devait fournir à son auteur tous les éléments d'une importante monographie, et il l'aurait certainement écrite, s'il n'avait été devancé par la publication des *Zingiberaceæ* de K. Schumann dans le *Pflanzenreich*, en octobre 1904.

On remarquera que toutes les déterminations d'espèces nouvelles faites antérieurement par M. F. Gagnepain ont pris place dans cette publication. La confiance avec laquelle un botaniste aussi autorisé que K. Schumann a accepté ces déterminations, ainsi que les appréciations flatteuses dont elles

ont été l'objet de sa part, montrent suffisamment la haute valeur de l'œuvre de son concurrent.

La Commission est heureuse de proposer à l'Académie de décerner le prix De Coincy à M. F. **Gagnepain**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Chatin, Giard ; Guignard, rapporteur.)

M. **Bainier** s'est fait connaître depuis longtemps par d'intéressantes observations sur les Champignons inférieurs : les premières remontent, en effet, à l'époque où M. Van Tieghem, seul ou en collaboration avec M. Le Monnier, venait de publier ses recherches classiques sur les Mucorinées. En s'inspirant des nouveaux procédés de culture appliqués à l'étude de ces organismes et en les perfectionnant, M. Bainier réussit à obtenir les zygospores ou œufs, encore inconnus, d'un certain nombre d'espèces. Le premier travail important qu'il fit paraître sur ce sujet, en 1882, sous le titre d'*Étude sur les Mucorinées*, renferme en outre de nombreux détails morphologiques et biologiques relatifs à des formes nouvelles. Ces recherches furent suivies, en 1883 et 1884, d'autres Mémoires qui avaient surtout pour but de faire connaître le mode d'obtention méthodique des organes reproducteurs chez un plus grand nombre d'espèces.

Depuis cette époque, M. Bainier n'a pas cessé de poursuivre ses travaux sur la morphologie et le développement des Mucorinées et des Mucédinées. Mais le temps et les moyens matériels lui ont manqué pour publier la plus grande partie de son œuvre, dont les éléments sont répartis en de nombreux dessins et en une quantité de microphotographies des plus remarquables, ainsi qu'en des milliers de préparations microscopiques généreusement offertes à la Collection cryptogamique de l'École de Pharmacie de Paris.

Ces recherches ont suggéré à leur auteur l'idée de former une collection de Champignons vivants, destinée à mettre de nombreux matériaux d'étude à la portée des travailleurs de laboratoire. Aux milieux de culture ordinairement employés, il substitua un procédé plus simple et plus pratique, qui permit de constituer peu à peu une collection comprenant actuellement

plusieurs centaines de cultures, tant d'espèces déjà connues que de formes nouvelles. Ces dernières sont décrites dans une série de Notes ou Mémoires publiés dans le *Bulletin de la Société mycologique de France*, sous le titre collectif de *Mycothèque de l'École de Pharmacie*. Une quinzaine de ces Notes ont déjà paru, qui ont trait à des Mucédinées, décrites avec une précision et un luxe de figures rarement usités jusqu'ici. Il est permis d'espérer que cette collection, soigneusement entretenue par son modeste et laborieux initiateur, pourra servir aux expériences les plus variées et contribuera ainsi au progrès de la Science.

La Commission propose à l'Académie de récompenser M. **Bainier** en lui décernant le prix Thore.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Prillieux, Zeiller, Perrier, Chatin, Giard; Gaston Bonnier, rapporteur.)

Le seul Mémoire présenté pour ce prix est intitulé : *Les déformations parasitaires des plantes du nord de la France*, et est dû à M. **C. Houard**. Ce travail, fait avec le plus grand soin, a appelé l'attention des Membres de la Commission.

Le Mémoire de M. Houard contient le résultat des recherches personnelles de l'auteur, entreprises depuis l'année 1896 et continuées sans interruption jusqu'à 1906, inclusivement.

Ces recherches ont été commencées sous la direction de M. Giard qui en a contrôlé les principaux résultats. Elles comportent plus de trois cent cinquante-six observations et descriptions spéciales portant pour la presque totalité sur les plantes vasculaires déformées par l'attaque des champignons ou des animaux, et sont complétées par la citation des quelques auteurs s'étant déjà occupés de cette question pour les plantes du nord de la France. 165 figures, toutes originales et dessinées par l'auteur, d'après nature, éclairent la plupart des faits observés, qui se rapportent tous à des plantes récoltées dans les départements de la Somme, du Pas-de-Calais et du Nord. De plus, toutes les localités où ont été trouvés les échantillons, où ont été poursuivies les recherches et toutes les dates des observations sont indiquées d'une manière précise.

La Commission, après avoir examiné ce Mémoire, qui implique de la part de M. C. **Houard** un travail acharné, exécuté avec méthode et talent, lui accorde le prix de la Fons-Mélicocq pour l'année 1907.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Giard, Delage, Grandidier, Lannelongue, le prince Roland Bonaparte; Bouvier, rapporteur.)

La Commission propose d'accorder le prix Savigny à M. **Charles Alluaud**, pour ses nombreux et fructueux voyages dans la Haute-Égypte et dans les régions de l'Afrique avoisinantes. Ces voyages ont fourni les matériaux de très nombreuses études consacrées surtout aux Invertébrés africains, études qui donnent la mesure des importants services rendus à la Science par M. **Alluaud**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Giard, Labbé.)

I. — Prix.

La Commission décerne les prix à MM. **J. Hennequin**, **C. Levaditi**, **Maurice Villaret**.

La Commission a décerné un prix à M. **J. Hennequin** pour ses beaux et utiles travaux sur le traitement des fractures par l'extension continue.

Rapport sur les travaux de M. le Dr C. Levaditi, *Sur les spirochètes en général et le* Treponema pallidum *en particulier;* par M. **Roux**.

Depuis la découverte du spirochète de la syphilis par Schaudinn et Hoffmann un grand nombre de travaux ont paru sur le sujet. Ceux de M. **C. Levaditi** sont parmi les plus intéressants.

M. Levaditi est un des premiers qui ait signalé la présence du *Treponema pallidum* dans le pemphigus syphilitique des nouveau-nés et montré que ce parasite se rencontre en abondance et à l'état de pureté dans les organes profonds des mort-nés syphilitiques. Cette constatation a fourni un des meilleurs arguments en faveur du rôle spécifique du *Treponema* dans l'avarie. Ces recherches ont été facilitées par un perfectionnement que MM. Levaditi et Manouélian ont apporté dans la coloration des spirochètes par les sels d'argent et qui leur a permis de montrer la présence des spirilles dans les lésions typiques de la syphilis. Les altérations histologiques sont semblables dans les accidents syphilitiques de l'homme et des singes.

Avec M. Sauvage, M. Levaditi a constaté la pénétration du *Treponema pallidum* dans les ovules d'un nouveau-né hérédo-syphilitique : ce qui prouve la possibilité de la transmission de la maladie par la cellule ovulaire elle-même.

En étudiant, avec M. Manouélian, une maladie des poules dont l'agent est un spirochète analogue à celui de la syphilis, M. Levaditi a vu que ces microbes envahissent les follicules de Graff et y prolifèrent. Les œufs de poule en incubation, inoculés au moyen du spirille, suivant la méthode de Borrel, montrent l'analogie qui existe entre les lésions ainsi provoquées chez les embryons de poulet et celles que l'on observe chez les fœtus hérédo-syphilitiques.

Enfin M. **Levaditi** a obtenu des cultures pures de divers spirilles pathogènes en se servant du procédé des sacs de collodion, introduits dans le péritoine des animaux; espérons que c'est un acheminement vers la culture du *Treponema pallidum*.

Cet ensemble de remarquables recherches a paru à votre Commission mériter un prix Montyon de Médecine.

M. **Maurice Villaret** est l'auteur d'un travail sur les troubles du débit

urinaire dans l'augmentation de la tension du sang de la veine porte, au cours des maladies du foie. Cette étude a été faite au point de vue anatomique, physiologique et clinique.

Elle a été faite d'abord sur l'animal (le chien normal). L'auteur a mis en évidence les anastomoses qui existent entre le système porte et l'appareil veineux du rein et, par les ligatures brusques ou sclérosantes de la veine porte, a produit les hémorragies et les dilatations variqueuses des veines, surtout dans la portion corticale des reins.

Dans les mêmes conditions d'obstruction de la veine porte, il a fait voir que les dilatations secondaires des veinules dans tout le tractus gastro-intestinal, surtout au niveau des villosités, ont pour conséquence le ralentissement de l'absorption aqueuse à la surface du tube digestif et, par suite, le ralentissement de l'élimination par le rein de l'eau des boissons.

M. Villaret a mesuré chez le chien la tension du sang dans la veine porte et reconnu que, si cette tension, supérieure à celle des veines de la circulation générale, est cependant minime, il suffit de conditions en apparence peu importantes, tractions légères, déplacements d'organes, pour la faire passer de quelques millimètres de mercure à 3^{cm} et 4^{cm}. A la suite de ligatures ou d'obstruction par les procédés indiqués plus haut, il voyait la pression monter à 4^{cm} et 5^{cm}. Il a pu comparer les éliminations urinaires chez le chien à tension portale normale et chez le chien en hypertension. Chez ce dernier, il observait le rythme de l'élimination urinaire dit *opsiurie,* c'est-à-dire le retard de l'élimination des boissons par les urines.

Sur les cadavres d'hommes qui avaient succombé à des affections diverses du foie qui apportent une entrave à la circulation veineuse intra-hépatique, dans la cirrhose de Laënnec, dans diverses autres cirrhoses, dans la syphilis hépatique, même dans certains cancers du foie, il a trouvé des épaississements de la tunique moyenne et même de la sclérose dans le tronc et aussi dans les diverses branches d'origine de la veine porte. Dans ces cas, il observait dans les reins de petits lacs sous-capsulaires, dilatations et même hémorragies interstitielles. Dans l'intestin, il constatait simultanément les lésions de stase déjà connues.

Chez les malades, son étude clinique a été éclairée par la détermination du rythme normal de l'élimination des boissons. Il a recueilli les urines de l'homme normal par fractions correspondant à des sécrétions de 4 heures de durée. Le maximum est dans la période de 4 heures consécutives à chacun des deux repas.

Chez les malades atteints de cirrhose de Laënnec, le maximum de l'éli-

mination se trouve reporté dans la seconde période de 4 heures qui suit le repas et non dans la première. Ce retard n'existe pas seulement pour l'eau, mais aussi pour le chlorure de sodium et, à un moindre degré, pour l'urée ou pour le sucre si la maladie s'accompagne de glycosurie provoquée. Cette étude a été poursuivie dans des conditions diverses : augmentation considérable des boissons, position couchée ou orthostatisme. Chez l'homme normal, l'orthostatisme ne retarde pas l'élimination. Chez le cirrhotique, l'orthostatisme augmente encore le retard de l'élimination. Ces résultats, observés dans la cirrhose qu'on peut prendre comme le type des maladies à hypertension portale, ont été retrouvés dans les diverses maladies sus-indiquées où l'anatomie pathologique révèle les lésions qui se développent à la suite de cet excès de tension dans la veine porte.

L'auteur a été amené ainsi à déduire, de la constatation du retard dans l'élimination des boissons, la conclusion qu'il y avait, chez les malades présentant ce symptôme *opsiurie*, une augmentation de la tension de la veine porte.

Ces résultats, qui portent sur l'examen clinique de plus de quarante malades, ont paru, à votre Commission, mériter à M. **Villaret** un de vos prix Montyon (Médecine et Chirurgie).

II. — Mentions.

La Commission accorde les mentions à MM. **A. Thiroux** et **d'Anfreville**, **Nicolle** et **F. Mesnil**, **René Gaultier**.

La Commission accorde une mention à MM. **Thiroux** et **d'Anfreville** pour leur *Étude du paludisme au Sénégal pendant les années* 1905 *et* 1906.

Rapport de M. **Laveran**.

MM. **Thiroux** et **d'Anfreville** ont recherché, dans un grand nombre de localités du Sénégal, quelle était la fréquence du paludisme. Cette recherche répétée dans les mêmes localités, à différentes époques de l'année, a permis de constater que chez les indigènes, pendant l'hivernage, on trouve presque uniquement les petites formes de l'hématozoaire du paludisme, alors que, pendant la saison sèche, ce sont les grandes formes qui dominent. On ne peut pas supposer qu'il existe un paludisme d'été et un paludisme d'hiver, on doit donc admettre que les petites et les grandes formes ne sont que des variétés du même hématozoaire. Les faits observés par MM. Thiroux et

d'Anfreville fournissent un important argument en faveur de l'unité du paludisme.

Les auteurs, qui ont fait une étude très complète des *Anopheles* au Sénégal, constatent que l'intensité du paludisme est toujours en rapport direct avec l'abondance des *Anopheles*.

Un dernier chapitre est consacré à la prophylaxie du paludisme étudiée spécialement au point de vue de la ville de Saint-Louis.

Ces recherches, qui ont été poursuivies pendant plus de deux années, constituent une importante contribution non seulement à l'étude de l'endémie sénégalienne, mais à l'étude du paludisme en général; au point de vue pratique, elles auront certainement une très heureuse influence sur les résultats de la lutte contre le paludisme au Sénégal.

La Commission accorde une mention à MM. **Nicolle** et **Mesnil** pour leur très intéressant travail intitulé : *Traitement des trypanosomiases par les couleurs de benzidine.*

M. **René Gaultier** a envoyé deux Ouvrages : l'un intitulé *De l'exploration fonctionnelle de l'intestin par l'analyse des fèces*, c'est la partie originale de son œuvre; l'autre intitulé *Précis de Coprologie clinique*. Ce dernier donne l'état de nos connaissances et l'enrichit de quelques acquisitions nouvelles. La méthode d'examen utilisée par l'auteur a été utile dans le diagnostic de maladies du foie, du pancréas, de l'intestin.

La Commission décerne à M. **R. Gaultier** une des mentions du prix Montyon.

III. — Citations.

La Commission attribue des citations :

A M. **Gustave Martin**, pour son Ouvrage intitulé : *Les trypanosomiases de la Guinée française;*

A M. **Georges Pécaud**, pour son Mémoire intitulé : *Contribution à l'étude des trypanosomiases animales au Soudan français;*

A MM. **Pierre Breteau** et **Paul Woog**, pour leur Mémoire : *Sur la conservation du chloroforme et sur un dispositif indicateur de son altération accidentelle;*

A M. **A. Desmoulière**, pour une série d'études sur *Les troubles de la nutrition et l'élimination urinaire dans les dermatoses diathésiques et dans le psoriasis, le rôle des eaux sulfurées dans le traitement mercuriel, le ferment du*

salol contenu dans certains laits, le dosage du glycogène, les dosages des soufres urinaires ;

A M. **Guisez**, pour l'ensemble de ses travaux sur *La broncho-œsophagoscopie.*

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé; A. Giard, rapporteur.)

Le Précis de diagnostic chimique, microscopique et pathologique de MM. les professeurs **J. Guiart** et **L. Grimbert** est, comme le disent les auteurs, un livre écrit à l'usage des étudiants en médecine et des médecins qui, après avoir dédaigné trop longtemps les méthodes de laboratoire, reconnaissent que celles-ci s'imposent de plus en plus au chirurgien soucieux de sa responsabilité.

Très au courant des derniers progrès de la parasitologie et des techniques physique, chimique et bactériologique, MM. Guiart et Grimbert ont étudié successivement et examiné à tour de rôle les divers produits pathologiques en se bornant pour chacun d'eux à exposer les procédés d'investigation les plus sûrs. Ils ont ainsi évité l'inconvénient d'une bibliographie trop chargée de nature à troubler le praticien.

La partie iconographique a reçu un grand développement et facilite beaucoup la lecture et la compréhension de l'Ouvrage auquel elle donne un nouveau caractère d'originalité.

Ce *Précis* répond bien au programme du prix Barbier qui doit être décerné aux auteurs de travaux utiles au progrès des sciences chirurgicale, médicale et pharmaceutique.

Votre Commission est unanime à vous proposer d'accorder le prix à MM. **J. Guiart** et **L. Grimbert.**

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Giard, Labbé; Bouchard, Roux, rapporteurs.)

La Commission partage le prix Bréant (arrérages) entre MM. **Vaillard** et **Dopter**, et M. **J. Ferran**.

MM. **Vaillard** et **Dopter** adressent à l'Académie l'ensemble de leurs recherches sur la dysenterie bacillaire, publiées dans divers numéros des *Annales de l'Institut Pasteur*.

A la suite des travaux de Shiga sur la nature bacillaire de la dysenterie épidémique, les auteurs ont retrouvé le bacille dans les déjections de tous les malades au cours d'une épidémie survenue dans la garnison de Vincennes. En même temps, ils vérifiaient que la dysenterie tropicale est bien due à l'*Amœba histolytica*, sur des rapatriés des colonies.

MM. Vaillard et Dopter ont entrepris l'étude expérimentale des effets du bacille de Shiga et de sa toxine, puis ils sont parvenus à immuniser des chevaux dont ils ont finalement extrait un sérum doué de propriétés curatives et préventives contre la dysenterie.

200 malades traités par la sérothérapie ont donné 10 décès, soit 5 pour 100, et, dans tous les cas, l'injection de sérum a été suivie d'une diminution considérable du nombre des selles, d'une sédation des douleurs. Les résultats ont été moins satisfaisants dans les asiles d'aliénés où, sur 43 malades traités, 7 ont succombé.

C'est là une œuvre très importante, méthodiquement conduite. Bien que de nouvelles recherches cliniques soient nécessaires pour établir l'efficacité du sérum chez l'homme, il est certain qu'au point de vue expérimental le problème de la sérothérapie antidysentérique (pour les formes bacillaires) est actuellement résolu par les auteurs.

Pour ces raisons, l'Académie décerne à MM. **Vaillard** et **Dopter** la moitié du prix Bréant (arrérages).

Rapport sur les travaux de M. J. Ferran, par M. **Roux**.

M. **J. Ferran** a présenté pour le prix Bréant une Note sur la longévité des cultures du vibrion cholérique, dans laquelle il fait voir qu'après vingt

et un ans des cultures en bouillon, conservées à la température ordinaire et à l'obscurité, contenaient encore des vibrions vivants, capables de pulluler à nouveau avec tous leurs caractères.

A l'exposé de ce fait intéressant M. Ferran a joint la liste des travaux que depuis 1884 il a publiés sur le microbe du choléra : la Commission du prix Bréant reconnaissant que M. J. Ferran est le premier qui ait démontré l'action pathogène du vibrion cholérique de Koch sur les animaux, et fait voir que ceux-ci peuvent être immunisés contre la maladie causée par l'introduction de ce vibrion sous la peau ou dans le péritoine. Cette découverte a été le point de départ de travaux nombreux sur le vibrion cholérique, travaux qui ont enrichi la Science de faits d'une haute importance.

C'est aussi à M. Ferran qu'appartient l'initiative de l'immunisation préventive de l'homme contre le choléra, par l'injection sous-cutanée de cultures appropriées. Plus tard, M. Haffkine a pratiqué aux Indes des milliers d'inoculations préventives sur les populations exposées au choléra. Sans se prononcer sur la valeur de ce procédé prophylactique, la Commission du prix Bréant estime que M. **J. Ferran** a beaucoup contribué au progrès de nos connaissances sur le choléra; elle lui décerne la moitié du prix Bréant (arrérages).

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Giard, Labbé; Guyon, rapporteur.)

Des indications et de la valeur thérapeutique de la néphrectomie dans le traitement du kyste hydatique du rein (néphrectomie totale et néphrectomie partielle); par M. le Dr **Victor Nicaise**.

L'auteur a fait une étude très approfondie des kystes hydatiques du rein. Il a réuni 357 cas soigneusement vérifiés dont 50 inédits, non encore traduits dans notre langue, et qui ne figuraient pas jusqu'à présent dans notre littérature chirurgicale.

Jamais un nombre aussi considérable de matériaux n'avait été utilisé pour l'étude de cette question. Les deux travaux les plus importants qui

leur ont été consacrés, celui de Bogdoludoff (1904) et celui de Roscher (1898), contiennent, le premier, 218 observations dont une trentaine sont contestables et, le second, 132 dont 6 sont à éliminer; on ne trouve dans le premier que deux cas inédits et un seul dans le second. La richesse de la documentation du travail de M. Nicaise est d'autant plus à considérer que les kystes hydatiques du rein sont fort rares; comparés aux autres localisations de l'échinococcose; ils ne fournissent qu'un pourcentage de deux pour 100.

L'auteur admet que l'échinocoque pénètre dans le rein par la voie artérielle et que dans la majorité des cas le kyste est primitif. Il étudie les divers points d'implantation dans le parenchyme et insiste sur la fréquence des kystes polaires principalement dans le pôle supérieur; cette situation favorise l'ouverture dans le bassinet. Il montre que dans la majorité des cas le développement du kyste laisse intactes des portions, parfois considérables, de parenchyme rénal. Aussi l'évolution de l'affection est-elle exempte de gravité pendant une période assez prolongée. Sa marche est lente et la mortalité peu élevée. Sur 161 cas non opérés, 9 fois seulement la mort a été due à la lésion rénale. La bilatéralité est d'ailleurs exceptionnelle; l'auteur l'a relevée 7 fois seulement et il n'a trouvé de localisation dans d'autres organes que dans 34 cas. Enfin la suppuration du kyste rompu dans le bassinet est peu fréquente, elle n'a été notée que 26 fois sur 134 cas.

A toutes ces données, si importantes pour le chirurgien, l'auteur ajoute celles que fournit l'étude de la marche anatomique du kyste et montre que l'on peut établir trois stades dans son développement. Dans le premier le rein et le kyste ne forment qu'une seule masse; dans le deuxième le rein et le kyste surajoutés l'un à l'autre présentent deux masses connexes, le rein encore intact peut garder sa forme; dans le troisième le rein n'est pas distinct, compris dans la paroi de la poche kystique, il est aplati et réduit à une sorte de plaque inutilisable.

Le sacrifice du rein peut donc ne pas s'imposer dans tous les cas. Si la néphrectomie totale a des indications positives dans le troisième stade et possède une réelle valeur thérapeutique dans le traitement des kystes hydatiques du rein, l'ablation de la partie malade peut parfois suffire. Les recherches de M. Nicaise établissent ce point de doctrine chirurgicale pour les deux premiers stades; des faits heureux témoignent en faveur de la néphrectomie partielle.

C'est à l'étude des indications de l'intervention opératoire basée sur les faits que M. Nicaise a consacré sa thèse inaugurale. Mais le matériel consi-

dérable, qui a servi à la discussion de la thérapeutique chirurgicale, lui a permis de ne négliger aucun point de la question de l'échinococcose du rein et de donner au côté scientifique le développement qu'il comporte.

La Commission du prix Godard propose à l'Académie d'attribuer cette récompense à M. le D[r] **Victor Nicaise**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Giard, Labbé ; Laveran, rapporteur.)

La Commission décerne le prix du baron Larrey à M. **G.-H. Lemoine**, professeur à l'École du Val-de-Grâce, pour ses travaux sur le développement de la tuberculose et des fièvres éruptives dans l'armée.

M. Lemoine a fait une excellente étude de la tuberculose dans l'armée, de ses causes et des mesures prophylactiques qu'il convient de lui opposer; parmi les fièvres éruptives qui donnent lieu si souvent dans l'armée à de petites épidémies, il s'est occupé, en particulier, de la scarlatine.

Les travaux de M. **Lemoine**, appuyés d'observations personnelles, originales, présentent un grand intérêt au point de vue de l'hygiène de l'armée.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Giard, Labbé; Roux, rapporteur.)

Rapport sur l'Ouvrage de MM. A. Chantemesse *et* F. Borel *intitulé : « Frontières et prophylaxie »*, par M. **Roux**.

Autrefois on opposait, aux diverses maladies infectieuses qui menaçaient de s'introduire dans nos ports ou de franchir nos frontières, des mesures de défense toujours les mêmes. Depuis les découvertes de la microbiologie on sait que l'on ne se défend pas du choléra par les procédés employés contre la peste, et dans les dernières années il s'est constitué une prophylaxie rationnelle fondée sur la connaissance des propriétés des microbes qui

causent les maladies infectieuses et sur leurs divers modes de pénétration dans l'organisme humain. On évite ainsi les vexations inutiles pour les personnes et l'on institue une défense véritablement efficace. C'est cette prophylaxie scientifique que MM. **A. Chantemesse** et **F. Borel** exposent excellemment dans leur Livre, en ajoutant leurs observations personnelles à celles de leurs devanciers. Ils montrent sur quels points nos règlements et notre défense sanitaire peuvent être perfectionnés. Aussi la Commission a-t-elle attribué le prix Bellion à cet Ouvrage qui contribuera à la protection sanitaire de notre pays, contre les fléaux qui peuvent nous venir de l'extérieur.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Giard, Labbé; Bouchard, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Mège, arrérages, à MM. **J. Castaigne** et **F. Rathery**, pour leur travail intitulé : *Les lésions du tube contourné du rein.*

Ce Mémoire résume tous les travaux poursuivis par les auteurs depuis plusieurs années sur l'anatomie normale et pathologique du tube contourné, sur la physiologie pathologique de cet organe du rein.

Le principal mérite de l'étude histologique est d'avoir montré que bien des aspects de l'épithélium, que l'on considérait comme pathologiques, sont des modifications cellulaires survenues *post mortem*. La méthode de fixation adoptée par MM. Castaigne et Rathery les a conduits à considérer surtout l'importance de la bordure en brosse, ce qui est important, mais ce n'est qu'une partie des lésions histologiques des tubes contournés. A la lumière de leurs idées en pathologie cellulaire du rein, les auteurs ont repris l'étude des lésions inflammatoires, infectieuses et toxiques du rein et ont insisté sur les lésions fines. Mais la partie la plus importante de leurs recherches est celle qui a trait à l'étude *in vitro* des lésions causées par les diverses substances sur l'état des cellules du rein. Ce qu'ils observent n'est pas toujours la répétition exacte des modifications que présente le rein quand on n'a pas supprimé ses connexions vasculaires et nerveuses avec l'organisme, mais c'est beaucoup de savoir comment les cellules isolées

réagissent par elles-mêmes et sans aucun concours en présence des causes morbifiques.

Un autre point a trait aux substances néphrotoxiques.

C'est encore une question très controversée. Mais la synergie pathologique de deux organes similaires est réelle et s'explique mieux par l'intoxication que par les réflexes nerveux; elle peut au moins invoquer, contre les réflexes, un commencement de démonstration.

Ce n'est pas sans quelque vraisemblance que les auteurs acceptent que l'hérédité rénale peut être la conséquence du passage de néphrotoxines de la mère au fœtus, provoquant tantôt la simple débilité rénale, prédisposant aux néphrites, tantôt provoquant d'emblée une néphrite incompatible avec l'existence.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX CHAUSSIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé; Laveran, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Chaussier à M. le Dr **A. Lacassagne**, professeur à la Faculté de Médecine de Lyon, pour l'ensemble de ses travaux sur la Médecine légale.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Giard, Laveran; Dastre, rapporteur.)

La Commission a décidé de partager le prix entre M. **Maurice Nicloux** et M. **Brocq-Rousseu**.

I. M. **Nicloux**, dont le nom est bien connu de l'Académie qui a souvent reçu communication de ses recherches et les a déjà récompensées, présente cette fois, pour le concours du prix Montyon, un travail sur la saponification physiologique des corps gras.

Il s'agit de la saponification opérée par la graine du ricin. La graine du ricin est employée dès à présent dans quelques savonneries. Réduite en pulpe, elle se montre capable de dédoubler les huiles végétales de sésame, de coton, de lin, etc., en acides gras et glycérine. Il suffit pour cela, ainsi que l'ont annoncé en 1902 W. Connstein, Hoyer et Wartenberg, d'ajouter au mélange d'huile et de graisse une petite quantité d'eau acidulée. Cette observation a été le point de départ d'un progrès industriel important.

Au point de vue physiologique, la question n'est pas moins intéressante. Il fallait connaître l'agent qui produit cette hydrolyse, c'est-à-dire qui dédouble l'huile en glycérine et acides gras. On ne doutait pas que ce ne fût un *ferment* plus ou moins analogue à celui dont Claude Bernard et Berthelot ont démontré l'existence, en 1849, dans le suc pancréatique des mammifères (*ferment lipolytique, diastase saponifiante, lipase*); ou à celui dont on admit plus tard l'existence dans les graines oléagineuses en germination et, en particulier, dans la graine du ricin; c'est-à-dire que, depuis Maillet (1880), J.-R. Green (1890) et W. Sigmund (1890), on avait tendance à croire que c'était une diastase proprement dite; mais on échoua toujours dans les tentatives faites pour la préparer.

M. Nicloux a résolu ce problème. Il a montré qu'il ne s'agit pas là d'une véritable diastase, c'est-à-dire d'une substance soluble dans l'eau. Au contraire, l'eau la détruit dès qu'elle n'est plus protégée contre son contact par l'huile qui l'imprègne.

Mais cet agent insoluble dans l'eau, ou détruit par elle, agit pourtant comme une diastase. Il en suit la loi d'action. M. Nicloux a étudié en détail cette action saponifiante. Il en a mesuré la grandeur; il a fixé les influences respectives de la température et des produits de la réaction; il a précisé le rôle adjuvant des acides et des sels acides et montré l'action analogue des sels neutres; il a déterminé la vitesse de la réaction et reconnu enfin que, par tous ses caractères, cette lipolyse se rattache aux actions diastasiques en général. Il y a là, au point de vue physico-chimique, une contribution intéressante à l'étude des phénomènes diastasiques.

Au point de vue de la constitution anatomique de la graine du ricin, il y aussi un sérieux progrès réalisé. M. Nicloux a précisé le siège de l'agent saponificateur. Il a établi que cet agent lipolytique, véritable diastase, à la

propriété près qu'il n'est pas soluble dans l'eau, est intimement attaché au protoplasma cellulaire des cellules, à l'exclusion des noyaux, grains d'aleurone ou autres éléments inclus. Toutefois, il reste encore à séparer cet agent actif, *lipasidéine,* de son support cytoplasmique.

Au résumé, le travail de M. **Nicloux** est conduit avec une méthode excellente et ses résultats complètent et rectifient nos connaissances jusqu'ici assez vagues sur le premier stade, stade digestif, de l'utilisation physiologique des graisses.

II. Le travail présenté par M. **Brocq-Rousseu** est intitulé : *Recherches sur les altérations des grains des céréales et des fourrages.*

Il s'agit là d'un sujet de Microbiologie végétale qui a été traité avec une précision et une rigueur expérimentales tout à fait exemplaires, et qui aboutit à des résultats pratiques d'une réelle importance.

Il existe une altération des grains et des fourrages qui les fait désigner sous le nom de *grains* et de *fourrages moisis*. M. Brocq-Rousseu est parvenu à en déterminer la cause. L'odeur de *moisi* est tout à fait caractéristique et semble *a priori* incriminer un agent unique d'altération; et c'est, en effet, ce qui a lieu. A la surface des avoines, des blés, des orges, des fourrages ainsi altérés, dans les années humides, on aperçoit une culture blanche pulvérulente. Cette formation appartient à un microorganisme, à un champignon qui est le *Streptothrix Dassonvillei*. M. **Brocq-Rousseu** l'a cultivé; il en a fixé le caractère, l'évolution, le cycle de développement. Les dégâts causés par ce parasite se chiffrent par millions; et c'est un service rendu aux populations agricoles que d'indiquer, comme le fait l'auteur, les moyens pratiques de soustraire les récoltes aux ravages du *Streptothrix*, ou d'y porter remède.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Giard, Laveran; Dastre, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Philipeaux à M. **H. Bierry** pour la série de ses études sur les cytotoxines en général et particulièrement sur les néphrotoxines et les hépatotoxines.

M. H. Bierry a obtenu, le premier ou l'un des premiers (mai 1901), un

sérum néphrotoxique, c'est-à-dire un liquide tel qu'injecté à un animal, ce poison portait primitivement et principalement son action destructive sur le rein de cet animal. Le sérum préparé par M. Bierry était fourni par le lapin; il était destructeur pour le rein du chien. Il amenait rapidement la mort de cet animal en déterminant, chez lui, des lésions profondes des reins et une albuminurie intense. Un expérimentateur américain, Pearce, a confirmé ces résultats.

Le premier sérum destructeur du rein était obtenu par M. Bierry, de la même manière que l'on obtient les cytotoxines en général. On injectait dans la cavité péritonéale d'un lapin, à plusieurs reprises, une bouillie de tissu rénal de chien. Après un certain nombre de ces injections, le sang du lapin avait acquis la propriété d'altérer, de détruire le tissu rénal de chien : il contenait un sérum néphrotoxique. Mais cette méthode générale ne donne pas des sérums purs, véritablement spécifiques : ils agissent sur d'autres tissus que le rein. Et précisément, certains observateurs, G. Ascoli et Figari, par exemple, avaient constaté (1902) que le sérum néphrotoxique agissait sur le tissu nerveux. L'expérience directe montre que ces néphrotoxines, injectées sous la dure-mère, provoquent des troubles nerveux graves. Le sérum néphrotoxique est donc, à un moindre degré, toxique pour la moelle épinière : il l'est aussi pour le foie.

M. H. Bierry a cherché à obvier à cette polytoxicité. Il y a réussi dans une certaine mesure. Il a préparé, en effet, des sérums à action moins étendue et, par exemple, n'agissant presque plus sur le globule sanguin tout en agissant sur le rein et le foie; et, enfin, avec ses collaborateurs MM. Pettit et Schaeffer, il a obtenu un sérum qui, actif sur le rein et presque inactif sur le globule sanguin, était peu actif sur le foie, et cela, par une méthode qui présentait un certain caractère de généralité. Il suffit de s'adresser, non plus à l'organe broyé, en totalité, mais aux constituants chimiques de la cellule elle-même, aux nucléoprotéides du tissu rénal.

Ce premier résultat a été suivi de plusieurs autres qui constituent un progrès très important dans la connaissance des cytotoxines. M. Bierry a vu, par exemple, que le sang d'un animal rendu néphritique par une injection de sérum, était devenu lui-même néphritique pour un animal neuf; le sang de celui-ci à son tour était néphrotoxique pour un troisième animal. Le chauffage à 56° ne lui fait pas perdre ces propriétés.

M. Bierry a fait pour le foie ce qu'il avait fait pour le rein.

En collaboration avec M. A. Mayer, il a préparé un sérum hépatotoxique, que l'on avait cru d'abord réellement spécifique. Ceux que l'on avait obtenus, jusque-là, avec la bouillie d'organe broyé, agissaient à peu près autant

sur la moelle et sur le rein que sur le foie. Avec les nucléoprotéides hépatiques, ces expérimentateurs ont obtenu un sérum qui, tout en détruisant la cellule hépatique, ne provoque point d'albuminurie : on croyait avoir le droit d'en conclure que la cellule du rein était respectée. C'était une erreur : l'examen microscopique a montré des lésions du rein très étendues.

C'est un fait remarquable de voir des altérations aussi profondes de l'organe rénal ne point se traduire par l'albuminurie. Et, de même, pour le foie, au début des lésions déterminées par l'hépatotoxine, les chiens dont le foie est atteint (ainsi que le rein) ne présentent pas de glycosurie : le glucose ne passe point dans les urines; le galactose et le lévulose y passent, au contraire, facilement. D'autres espèces de lésions hépatiques, lésions cirrhotiques, ont donné les mêmes résultats. Il en résulte, soit dit en passant, que l'épreuve de la *glycosurie alimentaire* faite avec le glucose, et dont les médecins attendent quelquefois le diagnostic d'une altération débutante du foie, n'a pas la valeur qu'on lui attribue.

Le plus important des résultats que nous venons de rappeler est de battre en brèche la doctrine, trop vite accueillie, de la spécificité des cytotoxines ou anti-corps. Nous en devons la connaissance à l'expérimentateur américain Pearce, en même temps qu'à M. Bierry. Le second résultat est relatif à la communication de lésion morbide (hépatique et rénale) d'un animal à l'autre par le sérum.

L'intérêt de ces études, à la fois pour la Physiologie et pour la Médecine expérimentale, est un motif qui, joint à cette autre considération que M. **H. Bierry** s'est fait connaître déjà des physiologistes par d'importantes recherches sur la digestion des hydrates de carbone et des glucosides, sur les diastases pancréatiques et intestinales, sur l'adrénaline, etc., détermine la Commission à lui accorder le prix de Physiologie expérimentale fondé par M. Philipeaux.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Chauveau, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre; Bouchard, Giard, rapporteurs.)

Le prix Lallemand est partagé entre M. **E. Régis** et M. **Étienne Rabaud**.

Le précis de Psychiâtrie que M. **Régis** soumet à notre jugement a été précédé par les manuels de Psychiâtrie qui sont devenus classiques dans tous les pays. L'œuvre nouvelle se distingue par une part beaucoup plus grande accordée à la pathologie de l'aliéné, aux circonstances étiologiques et pathogéniques. C'est le meilleur traité que nous possédions, le plus clair, le plus complet. Par la façon heureuse dont l'auteur a fait rentrer le développement des désordres anatomiques et fonctionnels dans le cadre des grands processus de la Pathologie générale, c'est aussi le plus original et le plus fécond. Sous sa direction le psychiâtre redevient un médecin et les maladies mentales cessent d'être des maladies à part sans relations avec les lois qui régissent toutes les autres maladies, avec celles qui ont trait à l'infection, à l'intoxication, aux troubles de la nutrition.

La Commission accorde à M. **Régis** la moitié du prix Lallemand avec le titre de lauréat.

Rapport de M. **A. Giard.**

Dans une série de travaux tératologiques fort remarquables M. **Étienne Rabaud** a nettement établi la part qui, dans certaines monstruosités, revient à des processus pathologiques dont l'action plus ou moins prolongée peut déterminer des degrés divers d'anomalies dues fondamentalement à une cause unique. Le Mémoire qu'il a publié récemment sur la *Pathologie de la pseudencéphalie et de l'anencéphalie* est une application de ces vues générales à un cas des plus intéressants et des plus difficiles à élucider puisqu'il avait embarrassé des observateurs tels que Étienne et Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, C. Dareste, etc.

L'examen minutieux et conduit avec beaucoup de sagacité de douze fœtus anencéphaliens et pseudencéphaliens recueillis en partie par le professeur Prenant, a permis à M. É. Rabaud de reconnaître que ces monstruosités, considérées à tort par beaucoup d'auteurs comme des types tératologiques absolument séparés, ne sont que l'expression morphologique des diverses étapes d'une maladie congénitale, une méningite à début cérébral qui se propage progressivement vers les enveloppes rachidiennes.

L'origine de cette méningite fœtale ne doit pas être cherchée dans les faits d'adhérences amniotiques ou placentaires qui en sont plutôt la conséquence accidentelle.

Quand la maladie est précoce, les actions destructrices (hémorragies, envahissement conjonctif ou vasculaire, etc.) amènent la disparition totale du tissu cérébral et déterminent l'*anencéphalie*. Si elle est plus tardive,

la voûte membraneuse résiste davantage, la paroi de la boîte cranienne cède sur la ligne médiane et le cerveau passe entre les deux moitiés écartées de l'occipital. Il y a *pseudencéphalie* mais sans hémicranie.

Au point de vue de la physiologie et de l'embryogénie générale on peut tirer des belles recherches de M. Rabaud des conséquences très importantes. Le système nerveux ne paraît pas avoir sur le développement fœtal l'action *nécessaire* qu'on lui a souvent attribuée.

Votre Commission vous propose d'accorder à M. **Ét. Rabaud** la moitié du prix Lallemand.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Giard, Laveran; Dastre, rapporteur.)

Sujet proposé : *Utilisation des pentosanes par les organismes animaux.*

Les progrès accomplis, en ces dernières années, dans la connaissance du rôle biologique des sucres (sucres ordinaires, hexoses, en C^6) et de leurs générateurs habituels si répandus dans le monde végétal, matières féculentes, amidons, dextrines, celluloses, mannanes, galactanes (hexosanes), ont poussé quelques physiologistes, parmi lesquels MM. Ebstein, G. Bertrand, Slocotzoff, à étudier des substances voisines, c'est-à-dire les sucres en C^5, ou pentoses, et leurs générateurs, les pentosanes. Ces deux catégories de substances sucrées et hydrocarbonées sont, en effet, mêlées intimement dans beaucoup de tissus végétaux : tiges ligneuses, bois, graines. Et, en outre du rôle qu'elles peuvent jouer dans l'évolution du végétal luimême, elles en ont un à remplir dans l'alimentation des espèces animales frugivores, phyllophages et xylophages. Les Insectes dont les larves vivent dans les bois de différents arbres, les Mollusques, les Vers qui s'alimentent de débris végétaux, sans préjudice des classes plus élevées du règne animal, utilisent plus ou moins ces matériaux; ils les élaborent par des procédés, par des actions de sucs digestifs, par des fermentations plus ou moins analogues à la digestion de l'amidon et des sucres. La Commission académique du prix Pourat a pensé qu'il était utile de proposer aux naturalistes et aux physiologistes la solution de ce problème qui intéresse à la fois la Biologie et la Chimie.

M. **Seillière** a répondu à cet appel en envoyant à l'Académie une série de recherches poursuivies avec patience depuis trois ans. Cet expérimentateur avait préludé à ses études sur les pentosanes par des observations intéressantes sur les hexosanes faiblement digestives. La cellulose pure du coton n'est pas attaquée par les sucs digestifs des Mammifères (Lapin) ni des Mollusques (*Helix*); mais elle le devient si elle a été préalablement dissoute dans le liquide de Schweitzer, puis régénérée de sa solution. Le suc digestif de l'Escargot l'hydrolyse alors et la transforme en glucose : les sucs digestifs des Mammifères continuent à ne point l'attaquer.

M. Seillière a donné son attention aux réactions caractéristiques des pentosanes et des pentoses, et indiqué des moyens de les utiliser avec plus de profit. Il s'est ensuite appliqué à étudier la digestion des pentosanes, et d'abord de la xylane. Cette substance, gomme de bois, existe dans beaucoup de tissus végétaux ; dans le bois de la plupart des Angiospermes, dans quelques Champignons et dans les graines d'un grand nombre de plantes : Capucine, Pivoine, Balsamine, etc. En faisant agir sur la xylane pure le suc d'*Helix pomatia*, il a constaté la formation de xylose nettement caractérisée. Cette hydrolyse est produite par une diastase que l'auteur propose d'appeler *xylanase*, et qui est sécrétée par l'hépato-pancréas du Mollusque. Elle est contenue aussi bien dans les macérations que dans le suc lui-même. On l'a retrouvée dans les glandes salivaires de l'animal (Pacaut). Elle traverse les bougies Chamberland : elle agit encore un peu aux températures voisines de zéro.

On a retrouvé la *xylanase* chez tous les Mollusques gastéropodes herbivores tant marins que terrestres, qui ont été examinés par l'auteur (environ 15 espèces). On l'a mise en évidence chez des Bivalves, Moules et Coquilles de Saint-Jacques, et en général chez les espèces dans l'alimentation desquelles entrent pour une partie les Algues à cellulose. Au contraire, elle fait défaut chez le Poulpe (*Octopus vulgaris*) et chez les Mollusques carnivores examinés. De même chez les Crustacés; on l'a rencontrée chez les Talitres, les *Lygia*, les Écrevisses : elle fait défaut chez les formes carnivores.

Parmi les Insectes, elle se présente chez des Cérambycides (Phymatodes).

Chez les groupes plus élevés, et particulièrement chez les Mammifères, cette diastase, et par conséquent la digestion des xylanes, paraît faire défaut. La seconde substance étudiée a été l'arabane. Elle existe, accompagnée de galactanes, dans la gomme du cerisier, dans la gomme arabique, les pépins de coings, les tubercules de *Boussingaultia*, dans le thalle du Nostoc, etc. Ici le résultat a été presque toujours négatif.

La plupart des sucs d'animaux se sont montrés inactifs sur les arabanes examinées : mais la variété de ces substances est telle qu'il n'est pas permis de généraliser ce résultat.

De ces recherches on peut conclure que la digestibilité des pentosanes varie suivant les variétés de ces substances que l'on considère et suivant les animaux.

Pour certains Invertébrés la xylane, ou gomme de bois, est presque un équivalent, un succédané de l'amidon, et la *xylanase* a des rapports avec les diastases amylolytiques. Chez les Vertébrés supérieurs cette digestion n'a pas lieu. Les arabanes se sont montrées beaucoup plus résistantes.

La Commission académique propose d'accorder le prix Pourat à M. **Gaston Seillière.**

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Roux, Giard, Laveran, Dastre; Chauveau, rapporteur.)

La Commission attribue le prix à M. **Laulanié.**

Le nom de **Laulanié** fait honneur à la Physiologie française.

Il avait déjà été mis en avant, il y a trois ans, lorsque la Commission du prix La Caze eut à se prononcer sur sa dernière attribution. Depuis, les titres qui recommandent le nom de Laulanié à notre choix se sont singulièrement accrus par la publication de la 2e édition de ses *Éléments de Physiologie*. L'œuvre originale de Laulanié, fruit de plus de trente années de travail, se trouve pour ainsi dire contenue et résumée dans les *Éléments de Physiologie*, et il se rencontre que ce Livre est un des Traités les plus brillants et les plus originaux qui aient été publiés sur la Physiologie.

Les vues générales y abondent et y sont exposées en un ordre parfait et un style d'une rare précision et d'une saveur toute particulière. Mais je n'ai pas à mettre en valeur ici les qualités par lesquelles les *Éléments de Physiologie* se recommandent, en tant que Livre bien fait.

Ce Livre, dans le cas présent, ne vaut que par l'introduction qu'y a faite l'auteur des acquisitions scientifiques nouvelles dues à ses recherches et à ses travaux originaux.

De ces travaux originaux je ne citerai que quelques-uns comme exemples : ceux, bien entendu, qui ont, à mes yeux, la plus haute valeur.

Avant de devenir physiologiste expérimentateur, Laulanié avait débuté par la Physiologie morphologique et morphogénique. Ce stage dans l'histologie et l'embryogénie, quoique assez court, fut extrêmement fécond.

Tous les travaux qu'il fit dans ces deux branches de la Biologie seraient à citer. Il eut une prédilection marquée pour l'évolution des glandes génitales. Elle est attestée par les Notes qu'il adressa à la Société de Biologie sur l'évolution comparée de la sexualité dans l'individu et dans l'espèce, sur la valeur de l'épithélium germinatif et des ovules primordiaux, etc., et aussi par des observations sur les procédés de régression des follicules ovariens chez quelques familles de Mammifères.

Mais je n'ai nul besoin de parler de ces très intéressants travaux, parce qu'ils sont primés par ceux qu'il poursuivit pendant plusieurs années sur la structure du placenta. Dans cette étude, il est l'émule de Mathias Duval. Il s'y signale par une découverte inattendue, à savoir que la zone fonctionnelle du placenta des petits Rongeurs est formée d'une cellule gigantesque, qui est le premier exemple, chez les animaux, d'un symplaste cellulaire signalé déjà chez les végétaux inférieurs.

Cette découverte donna à Laulanié l'idée d'étudier la genèse et la signification des cellules géantes signalées dans le domaine de l'anatomie pathologique. Ce lui fut l'occasion de recherches qui ont conquis une place importante et définitive dans la solution d'un problème de pathologie générale qui fut passionnant à une certaine époque. Il y eut un moment, en effet, où le follicule de Koster, avec sa cellule géante centrale, était considéré comme la caractéristique certaine de l'affection tuberculeuse. On sait aujourd'hui qu'il existe des lésions tuberculeuses dans lesquelles on chercherait vainement des cellules géantes. Et ce fut un grand honneur pour Laulanié de montrer que des parasites quelconques, tels que le *Demodex folliculorum,* le *Strongylus vasorum,* l'*Aspergillus niger,* provoquent la formation de cellules géantes dans les organes où ils s'arrêtent. Les cellules irritées par ces parasites s'hypertrophient et se fusionnent pour les englober. C'en était fait de la prétendue spécificité de la cellule géante.

L'effort énorme effectué par Laulanié, dans le domaine de la Physiologie expérimentale proprement dite, s'est traduit par la publication de 58 Notes, Mémoires et Ouvrages. Je me trouve un peu embarrassé pour en dire tout le bien que j'en pense. Plusieurs sont signés de mon nom en même temps que du sien. J'ai eu, en effet, Laulanié pour collaborateur et pour vulgari-

sateur, dans mes travaux d'énergétique biologique et surtout d'énergétique musculaire. Toutefois, les scrupules de ma modestie ne sauraient me rendre injuste envers lui au point de passer sous silence deux points importants à l'établissement desquels il a participé avec moi :

C'est, en premier lieu, la démonstration d'après les échanges respiratoires de la consommation de son glycogène par le muscle en travail;

En second lieu, c'est la démonstration des lois des forces de tension qui sont attachées à la création de l'élasticité du muscle en état de contraction statique.

Ajouterai-je au mérite de Laulanié en en parlant maintenant comme vulgarisateur de mes recherches fondamentales d'énergétique? Oui, si je dis que Berthelot m'avouait qu'il s'était surtout initié à ces recherches dans le petit Livre de la collection des *Aide-Mémoire Léauté* consacré par Laulanié à l'*Énergétique musculaire*. « C'est un Livre très bien fait », me disait Berthelot. Il le trouvait *si bien fait* qu'il lui en empruntait certains Tableaux qu'on trouve reproduits dans les deux Volumes de la même collection des *Aide-Mémoire*, où Berthelot a traité de la *Chaleur animale*.

Parmi les travaux originaux exclusivement personnels à Laulanié, je citerai d'abord tout particulièrement une étude extrêmement intéressante qui se rapporte au fonctionnement intime du muscle. La théorie de l'onde d'Aeby régnait sans conteste; mais était-on bien sûr que, dans les conditions artificielles où elle avait été observée, la translation de l'onde sur la longueur du faisceau musculaire fût un phénomène normal? L'onde d'Aeby, en effet, n'a jamais pu être vue par aucun observateur sur les muscles maintenus en parfaite condition physiologique. Laulanié rencontre, dans la larve transparente du *Corethra plumicornis*, un excellent sujet d'expériences, pour suivre sous le microscope la contraction des faisceaux musculaires. Or, il constate que, quand la larve a toute sa vitalité, le raccourcissement et l'épaississement des faisceaux contractiles s'opèrent instantanément et simultanément dans toute leur longueur. Ce n'est que quand la larve est sur le point de mourir par asphyxie qu'apparaît la contraction par onde propagée. Il est ainsi prouvé que ce mode de contraction n'est pas l'expression normale de l'activité du faisceau musculaire.

Dans la physiologie des muscles, l'étude de l'énergie employée à leur fonctionnement occupe une place considérable. Or, la valeur de cette énergie est souvent appréciée d'après les modifications que le travail musculaire introduit dans les échanges respiratoires. Laulanié songe alors à s'entourer des meilleurs moyens d'étudier le *chimisme de la respiration*,

concurremment avec la *thermogenèse*. Les appareils que Laulanié consacre à ces études ont tous un cachet original. Il serait trop long de les énumérer et d'en donner les caractéristiques.

Je ne puis même pas rappeler les travaux intéressants faits avec cet outillage et communiqués à la Société de Biologie, sur la *chaleur animale*.

Il me faut même me borner, dans ses recherches d'énergétique, à ne citer qu'un seul de ses travaux originaux : c'est l'étude maîtresse dans laquelle il démontre, à l'aide de la détermination des échanges respiratoires, que l'accroissement de la dépense énergétique du sujet en état de jeûne, sous l'influence du repas, est bien plus considérable quand la ration se compose d'aliments quaternaires que si elle est exclusivement formée d'aliments ternaires. Le fait avait été vu déjà avant lui; mais on l'amoindrissait tant alors qu'on n'en tenait aucun compte. C'est Laulanié qui a montré le premier la grande importance de la différence. Il n'a pas hésité à en conclure que l'utilisation des albuminoïdes alimentaires est plus onéreuse que celle des aliments non azotés. Le mécanisme de cette différence lui est resté, il est vrai, étranger. Mais quand j'en ai établi le déterminisme, j'ai été heureux de pouvoir m'appuyer sur les faits de Laulanié, qui sont incomplets sans doute, mais parfaitement exacts. Ils marquent un véritable progrès physiologique, dont il faut tenir à Laulanié le plus grand compte.

Un mot seulement sur les travaux de Laulanié dans un autre domaine, celui de la circulation, qui tient de près à celui de la respiration et du chimisme respiratoire. Peu de physiologistes étaient au même degré que Laulanié initié à l'ensemble des connaissances acquises sur la physiologie du cœur et des vaisseaux. Il avait enrichi l'outillage nécessaire aux études sur la circulation d'un certain nombre d'appareils, qui rendent des services dans nos laboratoires. Je me bornerai à citer son cardiographe direct à aiguille, sa pince sphygmographique, son sphygmographe à transmission, etc. De ce côté encore, il y a des services rendus à la Physiologie par **Laulanié**. Ils s'ajoutent à ceux dont il peut se réclamer dans les grandes questions fondamentales de la Physiologie générale.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. de Freycinet, Carnot, Rouché, le prince Roland Bonaparte; Alfred Picard, Haton de la Goupillière, Labbé, rapporteurs.)

Parmi les sept Ouvrages dont la Commission a été saisie, trois ont particulièrement retenu son attention, savoir :

1. *Procédés statistiques et applications*, par M. **Lucien March**;
2. *Ville de Rouen : Principaux résultats de la Statistique, de* 1900 *à* 1904, par M. **J.-A. Fleury**;
3. *De l'hystérie dans l'Armée*, par M. le Dr **Conor**.

Après mûr examen, la Commission a jugé qu'il y avait lieu d'accorder les récompenses suivantes :

Le Prix Montyon de Statistique à l'Ouvrage n° 1,

Une mention très honorable à l'Ouvrage n° 2,

Et une mention honorable à l'Ouvrage n° 3.

Les Rapports suivants de M. Alfred Picard, de M. Haton de la Goupillière et de M. Léon Labbé font connaître les motifs des décisions de la Commission.

Procédés statistiques et applications, par M. Lucien March.
Rapport de M. **Alfred Picard**.

Sous le titre général : *Procédés statistiques et applications* (1896-1906), M. **Lucien March**, chef des services de la Statistique générale de France et du recensement, présente au jugement de l'Académie diverses brochures dont les dates s'échelonnent de 1898 à 1906 et qui reproduisent des Communications à la Société de Statistique de Paris, des articles du journal de cette Société, un Mémoire à la Société des Ingénieurs civils, un Rapport au Congrès international d'Hygiène et de Démographie de 1903, un Rapport à la Commission de la dépopulation.

M. March est un maître en statistique ; ses travaux offrent toujours un haut intérêt. Les brochures soumises par lui à l'Académie portent l'empreinte de sa compétence reconnue, de sa profonde sagacité et de son remarquable talent.

I. *Les représentations graphiques et la Statistique comparative.* — L'appui que les représentations graphiques sont susceptibles de prêter à la Statistique est connu depuis longtemps, car l'Atlas de Playfair date de 1786. M. March commence par rappeler les progrès et le rôle de ces représentations; puis il insiste avec infiniment de raison sur la nécessité absolue de ne recourir qu'à des moyens de figuration simples et clairs.

Mais il n'y a là qu'un préambule, le Mémoire étant spécialement consacré à l'emploi des représentations graphiques pour la Statistique comparative.

Les représentations usuelles en Statistique comparative sont les cartogrammes, en ce qui concerne les relations d'un élément observé avec deux autres éléments, et les diagrammes, en ce qui concerne les relations de deux éléments.

Généralement les cartogrammes servent à figurer la répartition d'éléments numériques entre des circonscriptions géographiques; ils sont alors à teintes dégradées ou à éléments représentatifs échelonnés avec ou sans application de teintes dégradées sur les surfaces indices. M. March énonce les principes auxquels doivent satisfaire ces cartogrammes pour être comparables; après M. Cheysson, il recommande de mesurer les faits de chaque série par rapport à la moyenne. Une autre catégorie de cartogrammes, permettant de traduire des Tables à double entrée, est celle des cartogrammes tubulaires, où la représentation a lieu par lignes ou surfaces teintées uniformément ou non et d'étendue variable suivant la grandeur des nombres à représenter.

Au point de vue de leur comparaison, il y a lieu de diviser les diagrammes en deux classes selon qu'on a égard à la succession des faits dans le temps ou qu'on les examine indépendamment de leur ordre chronologique : courbes de succession, dans le premier cas; courbes de distribution, dans le second. Pour les courbes de succession, M. March conseille de rapporter les ordonnées à l'une d'entre elles (la dernière ou toute autre), de remplacer par 100 le chiffre correspondant à l'année de base et de figurer 100 en ordonnée par une longueur égale à celle qui représente 30 ans sur l'axe des temps. On peut, d'ailleurs, graduer les ordonnées à la fois en proportions pour 100 de l'ordonnée de base et en nombres absolus. L'auteur formule également des règles pour les courbes de distribution relatives à des faits de même nature ou à des faits de nature différente.

Dans une seconde partie de son Mémoire, M. March étudie la comparaison numérique des courbes statistiques, et tout d'abord il envisage la liaison apparente des faits comparés. Le parallélisme ou l'antiparallélisme des courbes accusent une dépendance apparente parfaite (le mot *dépendance* étant pris comme synonyme de *concomitance*); bien plus nombreux sont les cas d'indépendance apparente complète; entre ces deux cas extrêmes se place celui d'une dépendance apparente partielle. Un indice de dépendance des faits relatés par deux courbes peut se déduire du nombre des variations de même sens et de celui des variations de sens contraire pour l'ensemble des intervalles séparant les ordonnées successives; M. March donne la formule de cet indice et en suppute le degré de précision. L'indice de dépendance a le défaut de ne pas tenir compte de la grandeur des variations comparées; la considération de cette grandeur permet d'établir le coefficient de dépendance; mais il y a lieu de rendre les variations des deux courbes comparables et, dans ce but, de rapporter les ordonnées de chacune d'elles à leur valeur moyenne. L'auteur expose un procédé utile pour l'analyse de certains faits et consistant à tracer une courbe interpolée entre les points qui correspondent aux observations.

La méthode de comparaison des diagrammes est susceptible d'extension aux cartogrammes.

II. *Quelques exemples de distribution des salaires.* — M. March prend comme exemples les professions qui ont fait l'objet d'une enquête de la Chambre de Commerce de Paris en 1860, celles sur lesquelles ont porté les investigations de l'Office du Travail en 1891-1893, les Manufactures de l'État, les Compagnies de Chemins de fer, les mines du bassin de Dortmund (Allemagne), les industries comprises dans les enquêtes du Département fédéral du Travail à Washington. Il met en lumière la dissymétrie des diagrammes représentatifs ainsi que des courbes qui peuvent être substituées à ces diagrammes polygonaux; il indique les moyens de comparer ces courbes en faisant usage de coefficients tels que valeur moyenne du salaire, valeur normale, valeur médiane, module de dispersion, etc. Certaines observations générales paraissent se dégager de l'étude : forme à peu près semblable de la loi de distribution dans les différents groupes de professions; accroissement de l'inégalité des salaires avec leur élévation.

Au Mémoire est jointe une annexe : *Les salaires et la durée du travail dans l'Industrie française.* Quelques-unes des conclusions de cette Note annexe méritent d'être citées ici : les ouvriers occupés d'une manière permanente pendant toute l'année (295 journées de travail) forment les deux tiers de la

population ouvrière; les autres ouvriers font en moyenne 170 journées de travail dans leur industrie principale; les établissements importants semblent mieux assurer la stabilité des emplois, diminuer et régulariser la durée du travail, augmenter les salaires; c'est dans les régions montagneuses que la rémunération descend à son minimum; à mesure que les salaires se sont accrus, le genre de vie s'est élargi, même au seul point de vue de la satisfaction des nécessités premières de l'existence.

III. *La distribution des entreprises selon leur importance.* — Dans cette brochure, les entreprises sont classées d'abord suivant le personnel qu'elles occupent, puis suivant les forces motrices dont elles disposent.

M. March fait connaître les résultats très intéressants du recensement de 1896, en ce qui touche les établissements classés d'après l'importance de leur personnel. Il donne ensuite les résultats du classement d'après l'importance des forces motrices à vapeur ou hydrauliques. Un rapprochement avec les constatations d'une enquête de 1840 autorise à admettre que, dans son ensemble, la population industrielle a augmenté par suite de l'accroissement de la population générale et d'emprunts à la population agricole, qu'une partie du personnel s'est concentrée dans de grandes entreprises, mais que les petites entreprises restent néanmoins très nombreuses, des industries secondaires et accessoires de la grande industrie ne cessant de se créer et de se développer.

L'auteur fournit d'utiles éléments de comparaison avec divers pays étrangers, les États-Unis, l'Allemagne, la Belgique, l'Autriche. En Allemagne, la loi de distribution des entreprises suivant leur importance paraît être sensiblement la même que chez nous; peut-être cependant les petits établissements y sont-ils un peu moins nombreux et les très grands établissements un peu moins peuplés, tandis que les établissements moyens seraient plus nombreux et plus peuplés.

Une brochure annexe traite spécialement du recensement des industries et métiers en Belgique (1896).

IV. *Tables de mortalité de la population de la France au début du* XXe *siècle.* — Ces Tables résultent de la combinaison des nombres fournis par le recensement général de la population au 24 mars 1901 avec ceux qui ont été relevés dans la statistique du mouvement de la population correspondant aux années 1898 à 1903.

M. March passe successivement en revue les résultats bruts du dénombrement de 1901, les rectifications à apporter aux nombres bruts des vivants et des décédés, la détermination des risques de mort à chaque âge, celle du

nombre des vivants au 1er janvier de chacune des années voisines de 1901, l'influence de l'émigration, la détermination spéciale du taux de mortalité infantile pour la période 1898-1903, les Tables complètes de mortalité et de survie de la population française suivant le sexe.

Voici quelques faits, d'un caractère général, empruntés à l'étude de M. March. A partir de la naissance, les quotients moyens de mortalité décroissent rapidement jusqu'à l'âge de 11 ans; puis ils augmentent d'abord lentement, avec un temps d'arrêt entre 22 et 28 ans, ensuite de plus en plus vite jusqu'à la fin de l'existence. A tous les âges, sauf entre 6 et 16 ans, la mortalité masculine l'emporte sur la mortalité féminine, et l'écart va en croissant aux âges élevés; c'est ce qui explique que, malgré la supériorité du nombre des garçons nés vivants sur celui des filles nées vivantes, la population totale renferme toujours plus de femmes que d'hommes; le mouvement relativement rapide de la mortalité que l'on observe aux environs de la vingtième année et qui est suivi d'un état stationnaire ou même décroissant est plus accentué pour le sexe masculin que pour le sexe féminin; en raison de l'excès de la mortalité masculine sur la mortalité féminine, le rapport du nombre des survivants du sexe féminin au nombre des survivants du sexe masculin croît constamment; il en est de même du rapport des valeurs de l'espérance de vie au même âge.

Le Mémoire se termine par une comparaison avec des Tables de mortalité calculées dans différents pays et avec des Tables calculées en France à diverses époques.

V. *Familles parisiennes en* 1901. — Le recensement de 1901 a donné sur les familles parisiennes des renseignements, dont une partie est absolument nouvelle. M. March coordonne et analyse ces renseignements. Ils se classent ainsi : durée du mariage, âge des époux; natalité annuelle (natalité suivant la durée du mariage, natalité des couples mariés suivant les âges séparés du mari et de la femme, natalité suivant les âges combinés du mari et de la femme); productivité totale des mariages (répartition des familles suivant le nombre des enfants et la durée du mariage; familles sans enfants, stérilité des mariages; répartition des mariages d'égale durée suivant l'âge des époux et le nombre des enfants; nombre des enfants par famille, mesure de la productivité des mariages; productivité suivant la durée du mariage; productivité suivant l'âge des époux; effets de la mortalité).

Ici encore, retenons quelques faits. La natalité décroît très rapidement, quand augmente la durée du mariage. Pour la fécondité des époux, la condition la plus favorable est une différence d'âge d'autant plus grande que le

moins jeune à un âge plus élevé. La grandeur limite des familles n'est peut-être pas beaucoup moindre à Paris que dans d'autres capitales; mais les familles très nombreuses y sont bien plus rares. On observe une fréquence anormale des cas de stérilité. La jeunesse et la faible différence d'âge des époux (le mari étant plus âgé que la femme) semblent particulièrement propices au point de vue de la productivité nette.

VI. *Les procédés du recensement des industries et professions en* 1896. — Ce Mémoire nous offre une excursion instructive dans les bureaux que dirige M. March et nous fait assister aux opérations de recensement des industries et professions en 1896. On a pris pour base du recensement l'établissement défini de la manière suivante : réunion de plusieurs personnes travaillant en commun d'une manière permanente en un lieu déterminé, sous la direction d'un ou de plusieurs représentants d'une même raison sociale. Les renseignements nécessaires ont d'ailleurs été demandés non seulement aux patrons, mais aux salariés, de façon à exercer un contrôle par le rapprochement des bulletins et à classer au besoin les recensés par spécialité de travail. Tous les bulletins sont venus se centraliser à Paris. Le service les a classés par domicile de travail, pointés et affectés d'un numéro d'ordre d'après la méthode décimale de l'américain Melvil Dewey, puis dépouillés mécaniquement à l'aide de la machine Hollerith, qui dérive de la mécanique Jacquard.

L'auteur a joint à son Mémoire une Note sur un *classi-compteur* imprimeur, dont l'invention lui est due et qui diffère profondément de la machine Hollerith.

VII. *Bases d'une statistique correcte de la natalité.* — M. March expose la multitude des aspects sous lesquels peut être envisagée la mesure de la natalité. Des divers coefficients donnant cette mesure, les plus intéressants sont ceux qui traduisent les rapports entre grandeurs soumises à une étroite dépendance.

Sous le bénéfice de cette observation préjudicielle, l'auteur examine les principaux coefficients de natalité annuelle ou totale déduits jusqu'ici, soit du simple dépouillement des actes de l'état civil, soit des seuls résultats du recensement de la population, soit de la combinaison des relevés de l'état civil avec les recensements. Il se livre à une analyse critique de ces coefficients et trace la meilleure voie à suivre.

VIII. *Causes professionnelles de dépopulation.* — Ce Mémoire est si développé que je dois me borner à en reproduire les conclusions :

1° La proportion des femmes qui s'adonnent à un travail rémunéré ne

paraît pas avoir augmenté en France depuis une cinquantaine d'années; mais elle est sensiblement plus forte dans notre pays que dans les autres.

2° Dans divers pays très avancés quant à l'état industriel et quant à l'état social, la part du travail féminin semble se restreindre plutôt que se généraliser; notamment, le nombre des femmes mariées occupées dans l'industrie paraît en voie de diminution. Cette tendance, bien qu'accompagnée d'une baisse générale de la natalité, semble, cependant, susceptible d'agir dans le sens d'une résistance à la baisse ainsi constatée.

3° Dans les diverses professions, la proportion des célibataires n'est vraisemblablement pas plus forte en France qu'ailleurs. Néanmoins, pour certaines professions, on relève parfois, de la part des maîtres, des exigences injustifiées et pouvant faire obstacle au mariage ou à la fécondité. Ces exigences n'ont pas toujours d'effets fâcheux quand il s'agit de professions féminines, parce qu'un certain nombre de femmes sont dans l'impossibilité de contracter des mariages féconds; il en est autrement pour les professions exercées par des hommes.

4° Il y a intérêt à ne pas retarder l'âge du mariage. La préparation des carrières ouvertes aux jeunes gens ne doit pas durer trop longtemps; elle est exagérée lorsqu'elle conduit au delà de l'âge où la fécondité du mariage est la plus grande.

5° Cependant la réflexion et la prudence déployées lors du choix de la profession ou de la carrière et lors des préliminaires du mariage sont indispensables pour que la fécondité de la famille ait le plus d'efficacité sur l'accroissement définitif de la population.

6° Dans la comparaison des catégories professionnelles, quant à leur influence sur l'accroissement de la population, il importe de tenir compte d'un grand nombre d'éléments qui souvent varient indépendamment les uns des autres en des sens divers : l'âge du mariage, le taux de nuptialité, la fécondité des mariages, leur durée, la mortalité des enfants mis au monde et les facilités ultérieures du mariage parmi les enfants survivants.

7° Le morcellement de la propriété peut être une cause de dépopulation.

8° Le développement de la grande industrie paraît favorable à la natalité; cependant, l'activité industrielle ne semble, en France, provoquer une forte natalité que là où elle correspond à une demande exceptionnelle de main-d'œuvre.

9° D'après l'exemple de l'Angleterre, il semble que le chômage industriel, au moment où il se produit, tend à déterminer une baisse de la nup-

tialité et, vraisemblablement, par répercussion plus ou moins éloignée, une diminution de la natalité.

Ces conclusions sont suivies d'une série d'excellentes recommandations en vue de faire obstacle aux causes professionnelles de dépopulation.

Le bref aperçu qui précède suffit à attester la valeur exceptionnelle des travaux soumis par M. March à l'Académie, l'élévation de vues de ce statisticien hors pair, l'étendue du champ sur lequel se sont développées ses recherches, l'esprit de critique et d'analyse qui ne cesse de le guider, son extrême ingéniosité. Nous n'avons d'ailleurs devant nous qu'une petite partie de l'œuvre de M. March; il faudrait y joindre ses travaux officiels, remarquables à tant de titres.

La Commission est unanime pour attribuer le prix Montyon de Statistique (1907) à M. **L. March**.

Rapport de M. **Haton de la Goupillière** *sur l'Album graphique des principaux résultats de la statistique de la ville de Rouen,* par M. Fleury.

L'Académie a reçu de M. **J.-A. Fleury**, commis du Bureau d'hygiène et de statistique de Rouen, un Album graphique des principaux résultats de la statistique de cette ville de 1900 à 1904.

Cet auteur a déjà, en 1905, reçu de l'Académie une mention très honorable dans le concours du prix Montyon de Statistique.

L'Album qu'il présente aujourd'hui est exécuté avec un soin extrême et une grande perfection graphique. Le plan en est conçu avec habileté. Il s'en dégage des enseignements facilement perceptibles pour le lecteur. Toutefois nous regrettons, au point de vue de l'utilité, qu'ils n'aient pas été mis en relief dans une Notice de l'auteur; mais nous ne voulons pas méconnaître que sa situation administrative et hiérarchique ne le lui eût peut-être pas permis.

Cet Atlas, du format de 50^{cm} sur 35^{cm}, comprend 22 planches. Celle qui porte le n° 1 présente le diagramme de la population de Rouen, passée entre 1806 et 1901, du chiffre de 86000 à 116000 habitants.

Le n° 2 rapproche la natalité de la mortalité. La première l'emporte entre 1801 et 1830. Un effet inverse se produit malheureusement à partir de 1830, et s'accuse encore plus depuis 1860.

Le n° 3 met en rapport, dans un triple diagramme en éventail pour les douze mois de l'année, les mariages, les naissances et les décès.

Le n° 4 rapporte également aux divers mois de l'année 1901 la mortalité

Elle accuse deux maxima, l'un très élevé en février, l'autre moins accentué en avril, et des minima en mars et décembre, passant ainsi de 200 pour ce dernier mois, à 460 en février. Un relevé spécial à la tuberculose indique des résultats analogues, mais non identiques. Les Tableaux 5, 6, 7, 8 traitent les mêmes questions de 1901 à 1904 avec des résultats semblables, mais non d'une manière absolue, comme il est d'ailleurs naturel.

Le n° 10 présente le relevé de la mortalité par tuberculose pour les divers âges répartis entre 0, 1, 20, 40, 60 ans et au-dessus. Le Tableau suivant envisage l'influence du sexe. Les hommes sont de beaucoup les plus fauchés par cette maladie : 294 au lieu de 218. Le n° 12 classe au même point de vue les saisons : printemps 140, hiver 136, automne 121, été 108.

Le n° 13, qui a pour la ville de Rouen une véritable importance, dresse une carte de ses divers quartiers au point de vue de cette terrible affection.

Le n° 14 donne une évaluation globale de la mortalité : 13049 au total, 2565 pour la tuberculose pulmonaire, 369 pour les autres tuberculoses. Le n° 15 fournit un classement semblable pour un assez grand nombre de maladies.

Le n° 16, très intéressant, classe d'après leur latitude les diverses villes de France au point de vue de la tuberculose. Ne connaissant pas les sources d'information, nous ne voulons faire aucune citation, pour ne répandre ni inquiétude ni réclame. Mais nous signalons l'importance d'un tel Tableau.

Le n° 17 en présente un semblable pour les principales villes des divers États, y compris le Japon. On y constate avec douleur que les villes françaises occupent comme ensemble le premier rang de la mortalité pour tuberculose. On ne saurait cependant en accuser notre situation géographique, puisque la Belgique se trouve au contraire au minimum et la Hollande encore légèrement au-dessous, malgré sa latitude et son humidité. Les habitudes et les règlements d'hygiène y ont sans doute une part de responsabilité, et l'on connaît la passion de ces deux populations pour la propreté des habitations.

Les derniers Tableaux concernent les consommations alimentaires de la ville de Rouen.

En résumé, l'Album de M. Fleury présente un type excellent de ce genre de travaux qui consistent dans la mise en œuvre, par un employé d'un service public, des documents qui se trouvent à sa disposition. L'Académie n'a jamais mis une telle élaboration sur le même rang que les recherches de matériaux rassemblés par un effort personnel, et fournissant des résultats et des rapprochements nouveaux. Mais chacun doit travailler suivant les

conditions dans lesquelles il se trouve placé; et rien n'est plus à encourager assurément que la mise en valeur des masses de chiffres qui sont rassemblées par les diverses administrations.

Le travail de M. **Fleury** a semblé d'après cela digne d'une récompense à votre Commission qui lui décerne une mention très honorable.

De l'hystérie dans l'armée, par M. le D[r] Conor, *médecin-major à la Direction du Service de santé du* 3[e] *corps d'armée. Rapport de M.* **Léon Labbé.**

L'auteur décrit différentes formes de l'hystérie (hystérie *traumatique,* hystérie *convulsive*).

Le côté de son travail relatif aux questions de statistique consiste à établir que vers 1879 on ne trouvait pas d'hystérie dans l'armée; depuis 1888, on commence à observer 0,06 d'hystériques pour *mille;* en 1903, 0,42. La statistique porte sur un total de 24 ans.

On devrait à l'entrée au régiment ne pas accepter les hommes qui présentent certains stigmates (diminution du champ visuel, diminution des réflexes .

Ce travail présente un réel intérêt.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Poincaré, Guyou, de Lapparent; Darboux, rapporteur.)

Le prix Binoux, destiné cette année à récompenser des travaux relatifs à l'Histoire des Sciences, est partagé.

Uu prix est décerné à M. **Gino Loria**, Professeur à la Faculté des Sciences de Gênes, pour l'ensemble de ses travaux sur l'Histoire des Sciences.

Un prix est décerné à M. le D[r] **F. Brunet**, Médecin de 1[re] classe de la

Marine, pour son *Histoire des Sciences médicales à Byzance au temps de Justinien.*

Une mention très honorable est accordée à M. **F. de Mély** pour son Ouvrage intitulé : *Les lapidaires de l'antiquité et du moyen âge*. Tome I, *Les lapidaires chinois.*

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE LAVOISIER.

(Commissaires : MM. Chauveau, Becquerel, de Lapparent; Darboux, rapporteur.)

L'Académie décerne la médaille Lavoisier à M. **Adolf von Baeyer**, Correspondant de l'Académie, pour l'ensemble de ses travaux dans le domaine de la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Chauveau, Becquerel, de Lapparent; Darboux, rapporteur.)

Sur la proposition de son Bureau, l'Académie décerne des médailles Berthelot à MM. **Blaise**, **Delépine**, **Hamonet**, lauréats du prix Jecker.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Chauveau, Becquerel, de Lapparent, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Charles Frémont.**

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Chauveau, Becquerel, de Lapparent, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **J.-H. Fabre**, Correspondant de l'Académie.

PRIX LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Chauveau, Becquerel, de Lapparent, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

La Commission administrative propose de partager le revenu de la fondation Lannelongue entre M[mes] **Beclard**, **Cusco** et **Ruck**.

Cette proposition est adoptée par l'Académie.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Darboux, Troost, Mascart; Lœwy, de Lapparent, rapporteurs.)

Un prix est décerné à M. **Charles Nordmann**.
Un prix est décerné à M. **Jean Brunhes**.

La Commission est d'avis de décerner la moitié du prix Wilde à M. **Nordmann** pour l'ensemble de ses importantes recherches sur la photométrie des astres.

Grâce à un ingénieux appareil qu'il a imaginé, M. Nordmann a réalisé un progrès sérieux. Dans l'application, sa nouvelle méthode s'est montrée dès le début d'une précision supérieure à celle de tous les procédés antérieurs, elle permettra de résoudre quelques-uns des problèmes les plus intéressants qui préoccupent les astronomes.

M. **Jean Brunhes**, professeur à l'Université de Fribourg, s'est signalé par d'intéressantes recherches de Géographie physique, où, mieux que

d'autres, il a mis en pleine lumière le rôle prépondérant que jouent les tourbillons dans le mécanisme de l'érosion fluviale, glaciaire ou éolienne. Ses études sur la formation des marmites de géants, sur l'influence que peut exercer la rotation de la Terre dans la détermination du sens des tourbillons, enfin sur la part qu'on doit attribuer aux torrents sous-glaciaires dans les phénomènes dits *de surcreusement*, lui assignent un rang distingué parmi les observateurs qui, de nos jours, ont le plus contribué aux progrès de la Géomorphogénie.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Gaudry, Troost, Mascart, Poincaré; Darboux, rapporteur.)

Le prix est partagé inégalement.

Un prix est décerné à M. **Gonnessiat**, pour ses travaux d'Astronomie.

Un prix est décerné à M. **de Séguier**, pour un Ouvrage *sur la Théorie des groupes*, qui est en cours de publication.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Pierre Duhem**, Correspondant de l'Académie, pour l'ensemble de ses travaux de Physique mathématique.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES NATURELLES).

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Gaudry, Bornet, Guignard, Delage, Giard; Edmond Perrier, rapporteur.)

L'œuvre scientifique de M. **J. Künckel d'Herculais** est considérable, elle embrasse une période de 40 années, depuis le jour où, en 1866, il présen-

tait à l'Académie ses premiers travaux relatifs aux Insectes Hémiptères jusqu'à cette année où il lui offrait son grand Ouvrage, à la fois biologique et documentaire, sur les invasions de Sauterelles dans l'Afrique du Nord.

Cette œuvre se divise en deux parties : la première s'étend de 1866 à 1888 : c'est celle où le naturaliste s'est consacré presque exclusivement à des recherches anatomiques et histologiques sur les Insectes.

S'attaquant d'abord aux Hémiptères, il découvre de curieux phénomènes de déplacement aux différents âges, des organes glandulaires odorifiques, puis il fait une étude comparée de ces glandes dans les divers groupes et appelle l'attention sur l'importance de leur nombre et de leur position suivant les familles.

Il publie sur les Puces un Mémoire rempli d'aperçus nouveaux, relatifs au genre de vie de leurs larves, et signale la présence, sur la tête des larves naissantes, d'une pointe frontale propre à faciliter l'éclosion.

Il constate l'existence, dans tout un groupe de Lépidoptères, les Ophidères, d'une trompe transformée en instrument de perforation des plus parfaits, qui leur donne le pouvoir de percer la peau des fruits, même celle des oranges, à péricarpe des plus épais.

Il démontre que les appendices servant à la suspension des chrysalides ne sont que des pattes transformées. Mais bientôt il aborde l'étude de l'organisation des Diptères. Ses recherches sur l'organisation et le développement des Volucelles, ces singulières mouches qui ressemblent aux Guêpes et aux Bourdons, dans les nids desquels vivent leurs larves, le classent parmi nos meilleurs anatomistes, et lui valent en 1879, sur un Rapport des plus élogieux d'Henri Milne-Edwards, le grand prix des Sciences physiques.

Ce sont surtout ses recherches sur le développement postembryonnaire qui ont permis, concurremment avec celles de Weissmann, de définir exactement la nature et l'origine commune des petites masses embryonnaires que l'auteur a désignées, à juste titre, sous le nom d'*histoblastes*, Weissmann sous celui de *disques imaginaux*. Ces masses dissimulées dans les larves constituent, par leur accroissement et par leur différenciation, la tête, le thorax et les appendices, les pièces de l'armure génitale, en un mot toutes les parties nouvelles des Insectes adultes. Les résultats de ces études sont devenus classiques.

D'importantes recherches sur le développement du système nerveux des Insectes Diptères ont permis à M. Künckel de démontrer que, contrairement à une opinion très répandue, le système nerveux n'était pas plus condensé chez les adultes que chez les larves; les masses nerveuses de

ces dernières peuvent se scinder et se répartir entre divers segments, en formant des groupements nouveaux des ganglions fondamentaux. Dans chaque famille les groupements des ganglions sont caractéristiques; quelquefois ils diffèrent dans les deux sexes.

Les études de M. Künckel d'Herculais sur l'organisation de la trompe chez les Diptères de la famille des Syrphides ne sont pas moins remarquables; habile dessinateur, dans des planches d'un fini exceptionnel, il nous fait connaître dans leurs plus intimes détails non seulement les rapports de l'appareil salivaire avec les pièces buccales, mais il découvre dans ces dernières des modes variés de terminaisons nerveuses sensitives, et faisant appel à la fois à l'Anatomie, l'Histologie, la Physiologie, il détermine le siège de la gustation chez ces Insectes suceurs.

Deux autres Mémoires ont trait à l'appareil respiratoire des Insectes, ils sont remplis de faits nouveaux. Le premier est l'exposé d'observations biologiques et physiologiques sur un Diptère parasite des Hémiptères, le *Gymnosoma rotundatum*, dont la larve greffe en quelque façon son appareil respiratoire sur celui de son hôte. Le second a pour titre : *De la valeur de l'appareil trachéen pour la distinction de certaines familles de Coléoptères;* l'auteur y démontre que les deux familles des Élatérides et des Buprestides, d'aspect extérieur si semblable, diffèrent profondément par leur organisation et notamment par la disposition toute différente de leur appareil respiratoire.

C'est vers cette époque que M. Künckel d'Herculais publie, dans l'*Encyclopédie* de Brehm, un véritable traité original, embrassant dans leur ensemble l'organisation et la biologie des Insectes, des Myriapodes, des Arachnides et des Crustacés, qui est entre les mains de tous ceux qui s'intéressent à l'Entomologie.

En 1888, une nouvelle voie s'ouvre pour M. Künckel d'Herculais. Sur la désignation du professeur de Lacaze-Duthiers, l'Association française pour l'avancement des Sciences le charge de faire, au Congrès qu'elle allait tenir à Oran, une conférence sur les Sauterelles et leurs invasions; depuis des années ces insectes dévastaient les récoltes de l'Algérie, et l'opinion publique en était vivement préoccupée. Cette conférence est remarquable par l'abondance et la sûreté de la documentation. Le gouverneur de l'Algérie, M. Tirman, qui y assistait, frappé des idées pratiques qui y étaient développées, chargeait officiellement le conférencier de trouver un programme d'études et de destruction des Acridiens migrateurs. Dans deux rapports successifs, M. Künckel exposait bientôt un plan méthodique de destruction, reposant

d'une part sur l'étude de la biologie des Acridiens, d'autre part sur le repérage et le relevé des lieux de ponte.

Les méthodes inaugurées par M. Künckel d'Herculais en Algérie sont devenues d'une application usuelle; les rapports du gouverneur général, M. Jules Cambon, qui avait succédé en 1890 à M. L. Tirman, au Ministre de l'Instruction publique et au directeur du Muséum, témoignent des résultats importants qu'elles ont donnés. Avec une remarquable activité, M. Künckel d'Herculais a su pendant des années mener de front l'organisation et la direction de la lutte dans les trois provinces algériennes, avec les études scientifiques relatives aux deux espèces envahissantes, le Stauronote marocain et le Criquet pèlerin; le mécanisme de l'éclosion, la ponte, les mues et les métamorphoses de ces Insectes ont fait de sa part l'objet d'observations toutes nouvelles; je signalerai seulement ses découvertes relatives au rôle de l'air dans ces diverses opérations et aux dispositions particulières qui favorisent son intervention.

En établissant par une série d'observations que contrairement à l'opinion générale, datant de Mahomet, les Criquets pèlerins s'appairaient et s'accouplaient à nouveau après la ponte que l'on croyait unique; en démontrant qu'après chaque accouplement les femelles effectuaient une nouvelle ponte, M. Künckel d'Herculais montrait la nécessité d'entamer l'œuvre d'extermination des envahisseurs sur les confins du Sahara dès l'arrivée des premiers vols, venus du désert, et de la conduire avec la plus grande énergie. Il s'est particulièrement distingué dans la recherche des causes naturelles qui peuvent limiter le nombre des Criquets; il recherche soigneusement, en particulier, leurs parasites, leurs ennemis, ceux de leurs pontes. C'est ainsi qu'il fait connaître le genre de vie et les métamorphoses des Mylabres (1890-1894), demeurés inconnus malgré tous les efforts tentés par les naturalistes; mais sa découverte a une portée plus générale, il démontre que le singulier phénomène qui se manifeste dans l'évolution de tous les Cantharidiens et que H. Fabre a désigné sous le nom d'*hypermétamorphose*, n'est, comme votre rapporteur l'avait lui-même signalé en coordonnant les faits déjà connus ([1]), qu'un phénomène d'enkystement qui se produisait au début, durant la mauvaise saison, et tel qu'on en observe dans divers groupes du règne animal; il substitue avec raison le nom d'*hypnodie* à celui d'*hypermétamorphose*, et le nom d'*hypnothèque* à celui de *pseudo-chrysalide* qui n'ont plus raison d'être, puisqu'il ne s'accomplit chez les larves des Cantha-

([1]) E. Perrier, *Traité de Zoologie*, p. 1223.

ridiens, pendant le repos larvaire, aucune transformation organique comparable à une métamorphose.

Chemin faisant, il observe les premiers états ignorés d'un autre Coléoptère, le *Trichodes amnios* dont les larves dévorent les œufs des Stauronotes marocains; il fait connaître les mœurs pleines d'intérêt de certains Diptères, l'*Anthrax fenestrata*, l'*Idia lumata*; cette dernière, de la taille de la Mouche domestique, a l'habitude de fouir la terre pour aller trouver à 7^{cm} ou 8^{cm} de profondeur les pontes des Criquets pèlerins, et déposer sur les gros œufs ses œufs minuscules. Cette Mouche est impuissante à fouir le sable, on doit donc concentrer la défense sur les terrains sablonneux infestés de ponte; l'*Idia lumata*, fort répandue et très prolifique, se charge de détruire les œufs déposés dans les terres fortes. Les larves d'autres Muscides vivipares se développent dans le corps même des Criquets adultes, déterminant l'abolition du vol (apténie) et l'avortement des organes génitaux de leurs hôtes ainsi rendus inoffensifs.

On doit encore à M. J. Künckel la découverte d'un champignon vivant sur les Acridiens et en particulier sur les Criquets pèlerins, le *Lachnidium Acridiorum*; cette découverte fit naître l'espoir que le champignon, habilement semé, détruirait rapidement l'Insecte; M. Künckel eut la rare sagesse de contenir lui-même ceux qui voulaient exagérer l'importance de sa découverte.

Tous ces résultats, toute l'histoire passée et présente de la lutte contre les Sauterelles sont exposés dans un magnifique Ouvrage in-4° présenté cette année même à l'Académie. C'est là une œuvre magistrale à tous les points de vue.

En Algérie, tout en étudiant les Sauterelles, M. Künckel ne néglige aucune occasion d'accroître nos connaissances entomologiques; il observe les mœurs et les métamorphoses d'un Hyménoptère braconide, le *Perilitus brevicollis*, parasite de l'Altise, si nuisible à la Vigne; il complète ses recherches sur une Cochenille hypogée, aveugle lorsqu'elle est sur les radicelles profondes de la Vigne, oculée quand elle se rapproche de la surface du sol. Il décrit les premières larves demeurées inconnues de certains Buprestides, les *Iulodis*, dont l'armature buccale est admirablement adaptée à la vie souterraine; il appelle l'attention sur l'habitude qu'ont certains Cétonides de s'attaquer aux tiges souterraines des Artichauts. Les dommages causés au Maïs par les Chenilles de *Sesamia nonagrioïdes* sont l'occasion d'observations et de recherches qui l'amènent à constater l'origine indo-malaise de ce Lépidoptère, transporté à l'état de larve dans le bassin

de la Méditerranée par la dissémination des plants de Canne à sucre.

Toutes ces recherches d'Entomologie agricole donnent à M. Künckel une notoriété qui lui vaut d'être chargé par le Gouvernement argentin de la création à Buenos-Aires d'un laboratoire de Zoologie appliquée à l'Agriculture. L'Amérique du Sud offre à notre compatriote un nouveau champ d'observation. Il retrouve là une Sauterelle d'invasion congénère de la grande espèce qu'il a observée dans l'Afrique du Nord et il lutte contre elle, avec le même succès, par les moyens qui lui ont réussi en Algérie.

Il recherche les foyers d'origine des invasions; il suit à travers l'Argentine l'insecte dévastateur pour en étudier les mœurs, pour reconnaître les points d'hibernation, en observer les ennemis et les parasites. Non content de caractériser l'espèce sous le nom de *Schistocerca americana*, il en suit le développement dans son laboratoire de Palermo, ainsi que les générations successives dans la colonie de la province de Santa-Fé, d'Entre-Rios, dans les solitudes des provinces de Corrientes, de la Rioja et de Catamarca. Il reconnaît que chacune de ces générations (hivernale, printanière, estivale, automnale) a sa coloration propre; il tire de ce fait des conséquences intéressantes sur le rôle physiologique des pigments; il établit que le *S. paranensis* et le prétendu Criquet pèlerin d'Amérique ne sont autre chose que le *S. americana*, lequel s'étend à toute l'Amérique oscillant des deux côtés de l'Équateur.

Ces observations sur les mœurs des Criquets le conduisent à cette remarquable conclusion, développée dans un Mémoire spécial, que la mue débarrasse les téguments, les trachées, l'intestin des spores de champignons et des parasites qui pourraient s'y introduire et a un rôle de protection des plus efficaces; ainsi peut s'expliquer l'échec des tentatives d'infestations artificielles.

Dans une autre Note, toute récente, l'auteur montre comment une petite Mouche vivipare, grande destructrice des œufs de Sauterelles, s'est répandue à travers le monde, grâce à ses habitudes à la fois végétariennes et carnassières, qui font qu'elle est toujours prête à remplir un rôle exterminateur des plus actifs lors des invasions de Sauterelles.

De même, de petits Lépidoptères de la famille des Psychides (*Chalia Künckeli*, Hylaerts) ont, en Amérique et en Algérie, les mêmes mœurs; ils se réfugient sur des plantes épineuses ou vénéneuses que ne touche pas le bétail, et qui pour eux sont devenues protectrices.

M. Künckel signale enfin un exemple nouveau du développement, dans des conditions identiques, d'organes similaires qui établissent entre des

animaux d'ailleurs fort différents ces sortes de ressemblances qu'on appelle *ressemblances d'adaptation;* les larves de Bombycides du genre *Systropus* sont parasites des Chenilles d'un Papillon du groupe des Limacodides; les unes et les autres sont pourvues d'une pointe frontale similaire qu'elles utilisent de la même façon, pour découper comme à l'emporte-pièce, dans le cocon parcheminé qui les recèle, un disque qui leur permette de s'échapper : le nom d'*homéopraxie* peut caractériser ce phénomène de convergence dynamique.

Cette observation a été le point de départ d'une Histoire de Bombycides parasites des Lépidoptères.

Votre Commission espère que cette rapide analyse suffira pour justifier auprès de vous sa proposition de décerner à M. **Jules Künckel d'Herculais** le prix Petit d'Ormoy, récompense d'une vie déjà longue d'un travail continu et dont les résultats ne sont pas encore tous publiés.

Un autre candidat a retenu l'attention de la Commission, M. **Paul Marchal**, dont les travaux ont déjà une réputation universelle; mais la jeunesse de ce naturaliste, les longs travaux de M. Künckel ont fait pencher la balance de son côté.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LECONTE.

Dans la délibération préliminaire à la nomination de la Commission, l'Académie a décidé qu'il n'y avait pas lieu de décerner le prix cette année.

PRIX PIERSON-PERRIN.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Violle, Amagat, Gernez, Maurice Levy, Poincaré; Becquerel, rapporteur.)

La Commission du prix Pierson-Perrin, a décerné le prix à M. **A. Cotton**.

L'auteur a d'abord découvert en 1895 que certains milieux, doués de la polarisation rotatoire, absorbent inégalement des rayons lumineux polarisés circulairement, selon qu'ils sont droits ou gauches. L'anomalie que cette inégale absorption apporte dans ce phénomène rotatoire est corrélative de la dispersion anomale aux environs des bandes d'absorption des corps en

question. Ces considérations ont ensuite été étendues par l'auteur au phénomène de la polarisation rotatoire magnétiqne, et le premier il a appelé l'attention sur l'intervention, dans ces phénomènes, de la dispersion anomale, dont toute l'importance a été mise en évidence par les travaux ultérieurs de divers physiciens.

Le phénomène de Zeeman, c'est-à-dire l'action d'un champ magnétique sur les périodes des mouvements émis ou absorbés par les sources lumineuses, intimement lié, du reste, à la polarisation rotatoire magnétique, a été de la part de M. Cotton l'objet d'intéressantes expériences et, tout récemment encore, l'auteur, avec la collaboration de M. P. Weiss, déterminait de la manière la plus précise diverses valeurs numériques relatives à cette remarquable manifestation du magnétisme sur les mouvements intermoléculaires de la matière.

Il y a quelques années, M. Majorana avait observé que certaines solutions colloïdales deviennent biréfringentes, lorsqu'elles sont soumises à l'action d'un champ magnétique.

Ce phénomène a été l'objet d'une importante étude de la part de M. A. Cotton, avec la collaboration de M. H. Mouton. Les auteurs ont retrouvé dans les solutions colloïdales, rendues temporairement biréfringentes, les propriétés du dichroïsme circulaire que M. Cotton avait étudiées antérieurement; ils ont montré que le phénomène pouvait s'expliquer par une orientation, dans le champ magnétique, de particules invisibles en suspension dans les liquides, donnant lieu à la biréfringence, au dichroïsme et à la polarisation rotatoire, et dont le changement de grosseur modifie les propriétés magnéto-optiques.

Perfectionnant ensuite une expérience de M. Schmauss, ils ont pu, en produisant le phénomène magnétique dans des liquides qui se coagulent en gelée par refroidissement, fixer dans ces gelées le dichroïsme, la polarisation rotatoire et une aimantation résiduelle, obtenant ainsi, avec les solutions colloïdales d'hydroxyde ferrique, de véritables aimants transparents.

Enfin plus récemment les mêmes auteurs ont étendu leurs observations à des liquides organiques non colloïdaux, généralisant ainsi considérablement les manifestations de ces très intéressants phénomènes qui peuvent déceler le rôle insoupçonné de particules invisibles en suspension dans divers milieux transparents.

Les mêmes collaborateurs ont complété les observations précédentes par des études sur la vision des corps ultra-microscopiques, qui ont fait l'objet d'études très intéressantes de la part de MM. Siedentopf et Zsigmondi, et

l'application de méthodes que MM. Cotton et Mouton ont imaginées ou perfectionnées a fourni une importante contribution aux recherches sur les milieux colloïdaux, analysées plus haut.

On pourrait encore mentionner diverses autres expériences de M. **A. Cotton**, et en particulier des réseaux obtenus au moyen des franges d'interférence, mais le court résumé des travaux ingénieux et féconds que nous venons de rappeler suffit pour justifier la décision de la Commission.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Daum (Léon)**, sorti premier de l'École Polytechnique et entré, en qualité d'Élève Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est partagé entre MM. **Daum (Léon)** et **Painvin (Georges-Jean)**, entrés les deux premiers en qualité d'Élèves Ingénieurs à l'École nationale des Mines, et MM. **Cambournac (Charles-Marie-Joseph)** et **Galatoire Malégarie (Louis-Eugène)**, entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1909, 1910, 1911, 1912 ET 1913. (*)

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCŒUR (1000^{fr}).

Ce prix *annuel* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des *Sciences mathématiques pures et appliquées.*

PRIX BORDIN (3000^{fr}).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie a mis au concours, pour l'année 1909, la question suivante :

L'invariant absolu qui représente le nombre des intégrales doubles distinctes de seconde espèce d'une surface algébrique dépend d'un invariant relatif ρ, *qui joue un rôle important dans la théorie des intégrales de différentielles totales de troisième espèce et dans celle des courbes algébriques tracées sur la surface. On propose de faire une étude approfondie de cet invariant, et de chercher notamment comment on pourrait trouver sa valeur exacte, au moins pour des catégories étendues de surfaces.*

(*) Les concours de 1908 étant clos le 31 décembre 1907, la liste des prix proposés pour 1908, publiée dans le précédent programme, n'a pas été rappelée.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1910, la question suivante :

On sait trouver tous les systèmes de deux fonctions méromorphes dans le plan d'une variable complexe et liées par une relation algébrique. Une question analogue se pose pour un système de trois fonctions uniformes de deux variables complexes, ayant partout à distance finie le caractère d'une fonction rationnelle et liées par une relation algébrique.

L'Académie demande, à défaut d'une solution complète du problème, d'indiquer des exemples conduisant à des classes de transcendantes nouvelles.

PRIX PONCELET (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mme Poncelet, est destiné à récompenser alternativement l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

Le prix Poncelet sera décerné en 1910 à un *Ouvrage sur les Mathématiques pures*.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON (700fr).

Ce prix *annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Aca-
» démie, s'en sera rendu le plus digne, *en inventant ou en perfectionnant*
» *des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou*
» *des Sciences* ».

PRIX PONCELET (2000fr).

Prix annuel décerné alternativement à un Ouvrage sur les Mathématiques pures ou sur les Mathématiques appliquées (*voir* p. 1069).

Le prix Poncelet sera décerné en 1909 à un *Ouvrage sur les Mathématiques appliquées*.

PRIX VAILLANT (4000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie a mis au concours, pour l'année 1909, la question suivante :

Perfectionner, en un point important, l'application des principes de la dynamique des fluides à la théorie de l'hélice.

PRIX BOILEAU (1300fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser les *recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique*.

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, à titre d'encouragement, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau dans sa séance annuelle de 1909.

PRIX FOURNEYRON (1000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1910, la question suivante :

Étude expérimentale et théorique des effets des coups de bélier dans les tuyaux élastiques.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle.

PRIX PLUMEY (4000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser « *l'auteur du perfectionne-* » *ment des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus* » *contribué au progrès de la navigation à vapeur* ».

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN (100000fr).

Mme veuve *Guzman* a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix*

Pierre Guzman, en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman*, qui serait décerné à un savant français, ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le prix *quinquennal*, représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, en 1910.

PRIX LALANDE (540fr).

Ce prix *annuel* doit être attribué à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

PRIX VALZ (460fr).

Ce prix *annuel* est décerné à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700fr).

Ce prix *biennal*, destiné à encourager les recherches de *Mécanique céleste*, sera décerné dans la séance publique annuelle de 1909.

PRIX JANSSEN.

Ce prix *biennal*, qui consiste en une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1910.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas

à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

PRIX DAMOISEAU (2000^{fr}).

Ce prix *triennal* sera décerné en 1911. L'Académie fera connaître ultérieurement la question qu'elle mettra au concours.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF (3000^{fr}).

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou un encouragement aux naturalistes* de *toute nationalité* qui » se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique » (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques* ou *mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes, et non des » œuvres de simple érudition. »

PRIX GAY (1500fr).

Prix annuel à sujet variable.

(Question posée pour l'année 1909.)

Étudier la répartition géographique d'une classe de Cryptogames.

(Question posée pour l'année 1910.)

Recherches de Zoologie et d'Anthropologie dans l'Amérique du Sud et notamment dans la région des Andes.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *annuel*, attribué alternativement à des recherches sur la *Géographie* ou la *Navigation* et à des recherches sur l'*Histoire des Sciences*, sera décerné, en 1910, à l'auteur de travaux sur la *Géographie* ou la *Navigation*.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné en 1910 « *au voyageur français ou au savant* » *qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la* » *Science* ».

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT (1000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES (2500fr).

Ce prix *annuel*, dû à la libéralité du physicien Hughes, est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la Physique.

PRIX GASTON PLANTÉ (3000fr).

Ce prix *biennal* est réservé à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1909.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1909, à l'auteur, français ou étranger, des Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique. Il ne pourra être partagé.

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1910, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

CHIMIE.

PRIX JECKER (10000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX CAHOURS (3000fr).

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Un prix de 2500fr et une mention de 1500fr.)

Il sera décerné chaque année un prix et une mention aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les récompenses dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX L. LA CAZE (10 000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1909, à l'auteur, français ou étranger, des meilleurs travaux sur la Chimie. Il ne pourra pas être partagé.

PRIX BERTHELOT (500fr).

Ce prix *biennal*, attribué à des recherches de *Synthèse chimique*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de 1910.

PRIX ALHUMBERT (1000fr).

L'Académie met au concours, pour sujet de ce prix *quinquennal* à décerner en 1910, la question suivante :

Étude expérimentale sur les propriétés électriques des alliages métalliques.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie a mis au concours, pour l'année 1909, la question suivante :

Les stades d'évolution des plus anciens quadrupèdes trouvés en France.

PRIX DELESSE (1400fr).

Ce prix *biennal*, fondé par Mme Vve Delesse, sera décerné dans la séance publique de l'année 1909, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX FONTANNES (2000fr).

Ce prix *triennal*, attribué *à l'auteur de la meilleur publication paléontologique*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de 1911.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES (1600fr).

Ce prix *annuel* est attribué « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, » sur tout ou partie de la *Cryptogamie* ».

PRIX MONTAGNE (1500fr).

M. C. Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer chaque année, sur les arrérages de la fondation, un prix de 1500fr ou deux prix : l'un de 1000fr, l'autre de 500fr, au choix de la *Section de Botanique*, aux auteurs, français ou naturalisés français, de travaux importants ayant pour objet *l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs* (Thallophytes et Muscinées).

PRIX DE COINCY (900fr).

M. A.-H. Cornut de Lafontaine de Coincy a légué à l'Académie des Sciences une somme de 30000fr, à la charge par elle de fonder un prix *pour être donné chaque année* à l'auteur d'un *Ouvrage de Phanérogamie* écrit en latin ou en français.

PRIX THORE (200^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe (*voir* p. 1080.)

Il sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1909, au meilleur travail sur les *Cryptogames cellulaires d'Europe*.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ (900^{fr}).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1910, « au meilleur *Ouvrage de Botanique*, manuscrit ou imprimé, *sur* » *le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-* » *de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

PRIX BORDIN (3000^{fr}).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1910, la question suivante :

Étudier l'origine, le développement et la disparition des tissus transitoires qui peuvent entrer à diverses époques dans la structure du corps végétatif des plantes vasculaires. Préciser, dans chaque cas particulier, le rôle éphémère du tissu considéré.

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (1700^{fr}).

Ce prix *décennal* sera décerné, dans la séance annuelle de 1913, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France.*

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY (1500fr).

Ce prix *annuel,* fondé par Mlle Letellier pour perpétuer le souvenir de Le Lorgne de Savigny, ancien Membre de l'Institut de France et de l'Institut d'Égypte, *sera employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.*

PRIX DA GAMA MACHADO (1200fr).

Ce prix *triennal,* attribué aux meilleurs Mémoires *sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés,* sera décerné, s'il y a lieu, en 1909.

PRIX THORE (200fr).

Voir page 1079.

Ce prix alternatif sera décerné, s'il y a lieu, en 1910, au meilleur travail *sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.*

MEDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Prix de 2500fr, mentions de 1500fr.)

Conformément au testament de M. A. de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BARBIER (2000fr).

Ce prix *annuel* est attribué à « l'auteur d'une découverte précieuse dans » les *Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique,* et dans la *Botanique* » *ayant rapport à l'art de guérir* ».

PRIX BRÉANT (100000fr).

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel,* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD (1000fr).

Ce prix *annuel* sera donné au meilleur Mémoire *sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.*

PRIX DU BARON LARREY (750fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à *un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer* pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant *un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.*

PRIX BELLION (1400fr).

Ce prix *annuel,* fondé par Mlle Foehr, sera décerné aux savants « *qui* » *auront écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la* » *santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine* ».

PRIX MÈGE (10000fr).

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-* » *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

PRIX DUSGATE (2500fr).

Ce prix *quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1910, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX SERRES (7500fr).

Ce prix *triennal* « *destiné à récompenser des travaux sur l'Embryologie* » *générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine* » sera décerné en 1911 par l'Académie au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

PRIX CHAUSSIER (10000fr).

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant cette période quadriennale, *soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique*, et aura contribué à leur avancement.

L'Académie décernera le prix Chaussier en 1911.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750fr).

L'Académie décernera *annuellement* ce prix de *Physiologie expérimentale* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX PHILIPEAUX (900fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser des travaux de *Physiologie expérimentale*.

PRIX LALLEMAND (1800^{fr}).

Ce prix *annuel* est destiné à « récompenser ou encourager *les travaux relatifs au système nerveux,* dans la plus large acception des mots ».

PRIX L. LA CAZE (10000^{fr}).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1909, *à l'auteur, français ou étranger, du meilleur travail sur la Physiologie.* Il ne pourra pas être partagé.

PRIX POURAT (1000^{fr}).

(Question proposée pour l'année 1909.)

De l'origine des anti-ferments.

(Question proposée pour l'année 1910.)

Action qu'exercent les rayons X *et les rayons du radium sur le développement et la nutrition des cellules vivantes.*

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400^{fr}).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser l'auteur d'un Ouvrage *de Physiologie thérapeutique,* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1910.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Un prix de 1000^{fr} et une mention de 500^{fr}.)

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours annuel les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000^{fr}).

Ce prix alternatif sera décerné, en 1909, à l'auteur de travaux sur l'*Histoire des Sciences*.

Voir page 1074.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

L'Académie, dans sa séance du 26 novembre 1900, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie de Lavoisier.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

L'Académie, dans ses séances du 3 novembre 1902 et du 15 octobre 1906, a décidé la fondation d'une médaille qui porte pour titre : « Médaille Berthelot ».

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront obtenu, cette année-là, des prix de Chimie; à chaque Médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique*.

PRIX GEGNER (3800fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX LANNELONGUE (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par M. le professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sera donné, *au choix de l'Académie et sur la proposition de sa*

Commission administrative, à une ou deux personnes au plus, dans l'infortune, appartenant elles-mêmes ou par leur mariage, ou par leurs père et mère, au monde scientifique, et de préférence au milieu scientifique médical.

PRIX TRÉMONT (1100^{fr}).

Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

PRIX WILDE.

(Un prix de 4000^{fr} ou deux prix de 2000^{fr}.)

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*. Les arrérages de cette somme sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix *annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde*.

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner, au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs*, deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

PRIX LONCHAMPT (4000^{fr}).

Ce nouveau prix *annuel*, fondé par M. Iréné Lonchampt, en vertu de son testament olographe du 19 mai 1896, est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Mémoire qui sera présenté à l'Académie *sur les maladies de l'homme, des animaux et des plantes, au point de vue plus spécial de l'introduction des substances minérales en excès comme cause de ces maladies.*

L'Académie décernera le prix Lonchampt, pour la première fois, dans la séance publique de 1909.

PRIX SAINTOUR (3000fr).

Ce prix *annuel* est décerné par l'Académie dans l'intérêt des Sciences.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Prix *annuel* à sujets alternatifs.

Par un acte en date du 14 août 1905, les héritiers de M. Victor Raulin, en son vivant professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, ont fait don à l'Académie d'une somme de *quinze cents francs* de rente pour fonder un « prix annuel à sujets alternatifs », devant être « attribué à des Français », dans les conditions suivantes :

Le prix Victor Raulin « a pour but de faciliter la publication de travaux » relatifs aux Sciences naturelles suivantes : 1° *Géologie et Paléontologie;* » 2° *Minéralogie et Pétrographie;* 3° *Météorologie et Physique du Globe.*

» Il sera attribué au travail manuscrit, ou imprimé depuis l'attribution du » prix à un travail sur la même branche, qui sera jugé le plus digne, et ne » sera délivré à l'attributaire qu'après la remise par lui à l'Académie d'un » exemplaire imprimé (textes et planches); si le travail primé était manu- » scrit au moment de l'attribution du prix, l'édition portera dans son titre » la mention : « *Académie des Sciences. Prix Victor Raulin.* »

» Celle des trois Sciences précitées à laquelle aura trait le travail primé » sera déterminée chaque année par l'Académie, sous la seule condition » que pour chaque période de huit années consécutives, dont la première » commencera à la fondation du prix, quatre prix seront afférents à la » Géologie et deux à chacune des deux autres Sciences. »

L'Académie décernera le prix Victor Raulin, en 1909, à un travail sur le second sujet : *Minéralogie et Pétrographie.*

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année,* au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FÉLIX RIVOT (2500fr).

Ce prix *annuel* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000fr).

Le prix Jean-Jacques Berger est décerné successivement par les cinq Académies à l'Œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris; il sera décerné, par l'Académie des Sciences, en 1909.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Deux prix de 10000fr.)

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences mathématiques pures ou appliquées*, et un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences naturelles.* Elle décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1909.

PRIX PIERSON-PERRIN (5000fr).

Ce nouveau prix *biennal,* destiné à récompenser le Français qui aura fait la plus belle découverte physique, telle que la direction des ballons, sera décerné, pour la deuxième fois, à la séance annuelle de 1909.

PRIX PARKIN (3400fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° *Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus par-*
» *ticulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le cho-*
» *léra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;*
» 2° *Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies*
» *épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des*
» *ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.* »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand
» ou en italien;
» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro-
» pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois
» mois qui suivront l'attribution du prix;
« Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra-
» vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un
» travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix en 1897, attribuera ce prix triennal, en l'année 1909, *à un travail sur le premier desdits sujets,* conformément au vœu du testateur.

PRIX CUVIER (1500fr).

Ce prix *triennal,* attribué à l'Ouvrage le plus remarquable sur *la Paléontologie zoologique, l'Anatomie comparée* ou *la Zoologie,* sera décerné, *dans la séance annuelle de* 1909, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1906.

PRIX LECONTE (50000^{fr}).

Ce prix doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en *Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ;*

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, en 1910.

PRIX HOULLEVIGUE (5000^{fr}).

Ce prix est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie le décernera, en 1910, dans l'intérêt des Sciences.

PRIX CAMÉRÉ (4000^{fr}).

Ce nouveau prix *biennal*, fondé par Mme Vve Caméré, en souvenir et pour perpétuer la mémoire de son mari, ne pourra être donné qu'*à un ingénieur français, qu'il soit ingénieur des Mines, des Ponts et Chaussées ou ingénieur civil, ayant personnellement conçu, étudié et réalisé un travail quelconque dont l'usage aura entraîné un progrès dans l'art de construire.*

Ce prix sera décerné pour la première fois, s'il y a lieu, en 1910.

PRIX JÉROME PONTI (3500^{fr}).

Ce prix *biennal* sera accordé, en 1910, *à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.*

PRIX JEAN REYNAUD (10000fr).

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1911.

PRIX DU BARON DE JOEST (2000fr).

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, *aura fait la découverte ou écrit l'ouvrage le plus utile au bien public*. Il sera décerné par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1911.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8000fr).

M. Estrade-Delcros a légué toute sa fortune à l'Institut. Conformément à la volonté du testateur, ce legs a été partagé, par portions égales, entre les

cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans*, un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie*.

Ce prix ne peut être partagé. Il sera décerné par l'Académie des Sciences, dans sa séance publique de 1913.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées destinées aux divers concours de l'Académie des Sciences doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Institut, avec une lettre constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de deux exemplaires.

Les manuscrits doivent être écrits en français.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de tous les concours aura lieu le 31 décembre de l'année qui précède celle où le concours doit être jugé.

Il ne sera tenu aucun compte des demandes ou des écrits envoyés après cette date, alors même que les envois seraient regardés par leurs auteurs comme des additions, ou des compléments, ou des rectifications à un travail qu'ils auraient adressé dans les délais de rigueur.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages ou Mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Le même Ouvrage ne pourra pas être présenté, la même année, aux concours de deux Académies de l'Institut.

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

Nota. — L'Académie a supprimé, depuis l'année 1902, la formalité qui rendait *obligatoire* l'anonymat pour certains concours, avec dépôt d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur. Cette formalité est devenue *facultative.*

LECTURES.

M. **Gaston Darboux**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur **Antoine d'Abadie**, Membre de la Section de Géographie et Navigation.

G. D. et A. L.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1907.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1907.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1909, 1910, 1911, 1912 *et* 1913.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1909, 1910, 1911, 1912 ET 1913.

1909

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX BORDIN. — L'invariant absolu qui représente le nombre des intégrales doubles distinctes de seconde espèce d'une surface algébrique dépend d'un invariant relatif ρ, qui joue un rôle important dans la théorie des intégrales de différentielles totales de troisième espèce et dans celle des courbes algébriques tracées sur la surface. On propose de faire une étude approfondie de cet invariant, et de chercher notamment comment on pourrait trouver sa valeur exacte, au moins pour des catégories étendues de surfaces.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques appliquées.

PRIX VAILLANT. — Perfectionner, en un point important, l'application de principes de la dynamique des fluides à la théorie de l'hélice.

PRIX BOILEAU. — Hydraulique.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que Mars.

A défaut de ce prix, les intérêts cumulés pendant cinq ans seront attribués, en 1910, à un savant qui aura fait faire un progrès important à l'Astronomie.

PRIX LALANDE.

PRIX VALZ.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT. — Mécanique céleste.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

PRIX GAY. — Étudier la répartition géographique d'une classe de Cryptogames.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT. — Décerné à l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES. — Décerné à l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

PRIX GASTON PLANTÉ. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité

PRIX LA CAZE. — Décerné aux Ouvrages ou

Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

CHIMIE.

PRIX JECKER. — Chimie organique.
PRIX CAHOURS.
PRIX MONTYON. — Arts insalubres.
PRIX LA CAZE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Les stades d'évolution des plus anciens quadrupèdes trouvés en France.
PRIX DELESSE. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

BOTANIQUE.

PRIZ DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.
PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs.
PRIX DE COINCY. — Décerné à un Ouvrage de Phanérogamie écrit en latin ou en français.
PRIX THORE. — Décerné au meilleur travail sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY, fondé par M[lle] Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.
PRIX DA GAMA MACHADO. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.
PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.
PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.
PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.
PRIX DU BARON LARREY. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.
PRIX BELLION, fondé par M[lle] Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.
PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du D[r] Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.
PRIX PHILIPEAUX. — Physiologie expérimentale.
PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.
PRIX LA CAZE.
PRIX POURAT. — De l'origine des anti-ferments.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.
MÉDAILLE LAVOISIER. — Cette médaille sera décernée par l'Académie tout entière, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.
MÉDAILLE BERTHELOT. — Attribuée, sur la proposition du Bureau de l'Académie, à des lauréats de prix de Chimie.
PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.
PRIX LANNELONGUE. — Donné pour un but utile, de préférence toutefois pour une œuvre humanitaire d'assistance.
PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera néces-

saire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX H. WILDE.

PRIX LONCHAMPT.

PRIX SAINTOUR.

PRIX VICTOR RAULIN.

PRIX LAPLACE. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX RIVOT. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

PRIX J.-J. BERGER. — Décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

PRIX PETIT D'ORMOY. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

PRIX PIERSON-PERRIN. — Décerné au Français qui aura fait la plus belle découverte physique.

PRIX PARKIN. — Destiné à récompenser, cette année, des recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes.

PRIX CUVIER. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

1910

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — On sait trouver tous les systèmes de deux fonctions méromorphes dans le plan d'une variable complexe et liées par une relation algébrique. Une question analogue se pose pour un système de trois fonctions uniformes de deux variables complexes, ayant partout à distance finie le caractère d'une fonction rationnelle et liées par une relation algébrique.

L'Académie demande, à défaut d'une solution complète du problème, d'indiquer des exemples conduisant à des classes de transcendantes nouvelles.

PRIX PONCELET. — Ce prix alternatif sera attribué à un Ouvrage sur les Mathématiques pures.

PRIX FOURNEYRON. — Étude expérimentale et théorique des effets des coups de bélier dans les tuyaux élastiques.

PRIX JANSSEN. — Une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

PRIX GAY. — Recherches de Zoologie et d'Anthropologie dans l'Amérique du Sud et notamment dans la région des Andes.

PRIX BINOUX. — Géographie et Navigation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

PRIX KASTNER-BOURSAULT. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX BERTHELOT. — Attribué à des travaux de Synthèse chimique.

PRIX ALHUMBERT. — Étude expérimentale sur les propriétés électriques des alliages métalliques.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

PRIX BORDIN. — Étudier l'origine, le développement et la disparition des tissus transitoires qui peuvent entrer à diverses époques dans la structure du corps végétatif des plantes vasculaires. Préciser, dans chaque cas particulier, le rôle éphémère du tissu considéré.

PRIX THORE (Zoologie).

PRIX DUSGATE. — Décerné au meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX POURAT. — Action qu'exercent les rayons X et les rayons du radium sur le développement et la nutrition des cellules vivantes.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE. — Physiologie thérapeutique.

PRIX LECONTE. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

PRIX HOULLEVIGUE.

PRIX CAMÉRÉ.

PRIX JÉRÔME PONTI.

1911

PRIX DAMOISEAU.

PRIX FONTANNES. — Ce prix sera décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

PRIX SERRES. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX CHAUSSIER. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, qui aura paru pendant les quatre années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

PRIX JEAN REYNAUD. — Décerné à l'auteur du

Travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix du Baron de Joest. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

1912

Prix Parkin. — Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

1913

Prix Bigot de Morogues. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France.

Prix Estrade-Delcros.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 novembre 1907.

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. *Inventaire général des richesses d'art de la France. Province. Monuments religieux.* Tome IV. Paris, Plon-Nourrit et Cie, 1907; 1 vol. in-4°. (Offert par M. le Sous-Secrétaire d'État des Beaux-Arts.)

A Upsal, Compte rendu des fêtes du bicentenaire de la naissance de Linné, par le prince Roland Bonaparte. S. l. n. d.; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

État actuel de la Science électrique: phénomènes, applications, théories, par Devaux-Charbonnel; Préface de H. Poincaré, Membre de l'Institut. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. Poincaré.)

Calcul graphique et Nomographie, par M. d'Ocagne, avec 146 fig. dans le texte. Paris, Octave Doin, 1908; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Humbert.)

Les industries électrochimiques, Traité pratique de la fabrication électrochimique des métalloïdes et de leurs composés..., par Jean Escard. Paris, Ch. Béranger, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

Chaudières et machines des bâtiments de guerre, par Henry Caralp. 1re Partie: *Chaudières;* 2e Partie: *Machines.* 2e édition. Paris, Augustin Challamel, 1903-1908; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Bertin, pour le Concours du prix Plumey de 1908.)

Revue de Géographie, publiée sous la direction de M. Ch. Vélain. Tome I, année 1906-1907. Paris. Ch. Delagrave; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Mission Chari-Lac Tchad, 1902-1904. *L'Afrique centrale française. Récit du voyage de la Mission,* par Aug. Chevalier. Paris, A. Challamel, 1908; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier, pour le Concours du prix Delalande-Guérineau de 1908.)

Statistique internationale du mouvement de la population d'après les registres d'état civil. Résumé rétrospectif depuis l'origine des statistiques de l'état civil jusqu'en 1905. (Publiée par le Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. Direction du Travail. Statistique générale de la France.) Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 vol. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. B. Baillaud, Correspondant de l'Institut. Toulouse, Édouard Privat, 1907; 1 fasc. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Pierre Termier. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 fasc. in-4°.

Supplément à la Notice sur les travaux scientifiques de M. PIERRE TERMIER. Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Unterkreide (Palæocretacicum), von W. KILIAN; Lieferung 1 : *Allgemeines über Palæocretacicum; Unterkreide im südöstlichen Frankreich*, Einleitung; mit 2 Kartenbeilagen und 7 Textabbildungen. (*Lethæa geognostica;* 2ᵉ Partie : *Das Mesozoicum;* Tome III : *Kreide;* 1ᵉʳ fascicule.) Stuttgart, E. Schweizerbart, 1907; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Histolyse, sans phagocytose, des muscles vibrateurs du vol, chez les reines des Fourmis, par M. CHARLES JANET. (Extr. des *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 393; Paris, 18 février 1907.) 1 fasc. in-4°.

Histogenèse du tissu adipeux remplaçant les muscles vibrateurs histolysés après le vol nuptial, chez les reines des Fourmis, par M. CHARLES JANET. (Extr. des *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1070; Paris, 13 mai 1907.) 1 fasc. in-4°.

Exposicion sumaria de las teorias matemáticas, por el Dʳ ZOEL G. DE GALDEANO. Saragosse, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Algunas consideraciones filosofia y enseñanza de la matemática, por el Dʳ ZOEL G. DE GALDEANO. Saragosse, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 NOVEMBRE 1907.

Tichonis Brahæ Astronomiæ instauratæ Mechanica, Wandesburgi anno 1598; in memoriam reformatoris astronomiæ practicæ inclitissimi 300 abhinc annos defuncti hoc opus ejus celeberrimum ad fidem editionis principis edendum curavit et præfatus est B. HASSELBERG. Stockholm, 1901. (Présenté par M. Henri Becquerel. Hommage de M. B. Hasselberg.)

Études sur les mouvements d'eau qui peuvent se produire au contact et au voisinage d'une paroi plane verticale. Application à la détermination des efforts exercés par les lames sur les parois des ouvrages des ports, par MM. GEORGES FORTAN et MAURICE LE BESNERAIS. Port de Brest, années 1904-1906; 1 vol. in-4° autographié. (Présenté par M. Bertin, pour le Concours du prix Plumey de 1908.)

Deuxième Congrès des Jardins alpins, tenu à Pont-de-Nant (Vaud), le 6 *août* 1907. Genève, W. Kündig et fils; 1 fasc. in-8°. (Présenté en hommage par le prince Roland Bonaparte.)

Bureau central météorologique. *Rapport de la Conférence météorologique internationale. Réunion d'Innsbruck*, 1905. Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 vol. in-8°.

Icones mycologicæ, par M. BOUDIER; 4ᵉ série, livraison 16. Paris, Paul Klincksieck, novembre 1907; 1 fasc. de feuilles et de planches in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Sur une dent d'origine énigmatique, par M. DE ROTHSCHILD et H. NEUVILLE. Paris, Schleicher frères, 1907; 1 fasc. in-8°.

Arithmétique et Algèbre d'après Pythagore, par P.-L. MONTEIL. Paris, L. Vitrebert, s. d.; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Le principe d'inertie, par DE MONTCHEUIL. (Extr. de la *Revue des Questions scientifiques,* octobre 1907.) Bruxelles, Joseph Polleunis, 1907; 1 fasc. in-8°.

Memoria annual del Instituto municipal de Higiene, por M.-O. TOMAYO y C.-A. GARCIA. Lima, 1906; 1 vol. in-4°.

Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid; t. XXV. Madrid, 1907; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 DÉCEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Darboux**, en présentant le Volume publié par l'éditeur H. Laurens et intitulé : *L'Institut en France,* Volume qui fait partie de la collection des *Grandes institutions de France*, s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Volume qui l'intéressera certainement, car il traite de l'organisation et de l'histoire de l'Institut et des Académies qui le composent. Tout ce qui concerne les bâtiments et le Palais Mazarin a été écrit par M. Franklin, administrateur honoraire de la Bibliothèque Mazarine. Les questions d'ordre général qui se rapportent à la création et au fonctionnement de l'Institut ont été traitées par M. Georges Perrot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. Enfin, les Notices relatives aux différentes Académies ont été préparées par leurs Secrétaires perpétuels. Je ne pouvais, dans les 50 pages réservées à l'Académie des Sciences, songer à écrire son histoire, qui serait celle du développement des Sciences mathématiques, physiques et naturelles dans notre pays. Je me suis attaché surtout à donner une idée nette de son organisation aux diverses époques, de la situation élevée qu'elle a su se faire dans l'estime publique, des services qu'elle a rendus, qu'elle rend encore à la fois à la Science et au pays.

Créée en 1666 pour continuer une Société indépendante dont l'histoire est mal connue, elle a subi des réformes en 1699, en 1715, en 1785. Mais ces transformations n'ont été ni radicales ni contradictoires. Chacune s'est vue, en quelque sorte, confirmée et amplifiée par la suivante; et toutes n'ont eu d'autre résultat que de l'acheminer vers la constitution qui, depuis plus d'un siècle, la régit sans modification. L'ancienne Académie des Sciences est peut-être le plus parfait modèle de ces institutions qui, nées

d'une pensée juste et élevée, ont su dégager et réaliser de la manière la plus complète les vues et les espérances de leurs fondateurs.

Les dernières pages de ma Notice sont consacrées à la nouvelle Académie. J'y fais connaître son organisation, ses travaux, ses publications si nombreuses; je rappelle l'éclat incomparable dont elle a brillé au cours du siècle qui vient de finir. Tout annonce que les Académiciens du xxe siècle sauront maintenir et accroître la gloire et la réputation de leurs illustres devanciers des trois siècles précédents.

De nombreux portraits, des illustrations que l'éditeur a choisies avec le goût et le discernement qui lui sont habituels, ajoutent à l'intérêt de cette publication.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Appareil destiné aux astres formés de gaz et de particules, et capable de donner séparément l'image de chacun des deux éléments.* Note de M. **H. Deslandres.**

Dans une Note récente du même Tome (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 843), j'ai exposé un plan général d'organisation pour l'étude physique complète des comètes et, en particulier, j'ai conseillé l'emploi de chambres photographiques qui, complétées par des écrans colorés convenables, donnent une image spéciale de la comète et de sa queue, image formée exclusivement par la lumière de leurs particules (¹). Les comètes, le noyau mis à part, sont constituées par des particules et des gaz, les particules étant révélées par le spectre continu qui est émis, et les gaz par le spectre discontinu et ses raies ou bandes, généralement peu nombreuses. Or les écrans colorés que traverse la lumière cométaire doivent arrêter la lumière des gaz et laisser passer en partie celle des particules. L'image finale obtenue est donc l'image des particules seules.

Cette méthode a été appliquée avec succès, par Deslandres et Blum, aux protubérances solaires pendant l'éclipse totale du Soleil de 1905 (²); elle a

(¹) L'image des particules seules n'a pas encore été obtenue et doit surtout fixer l'attention. L'image des gaz, d'autre part, a été déjà étudiée avec la chambre prismatique qui, même, donne une image spéciale pour chacune des radiations gazeuses, au moins lorsque la dispersion est suffisante.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 741, 817 et 1009. D'ailleurs, cette méthode des écrans colorés avait été appliquée auparavant avec succès aux nébuleuses, par

fourni une image des particules qui est différente de celle des gaz. Mais les écrans colorés dont on dispose actuellement sont encore en petit nombre et ne conviennent pas à toutes les régions du spectre; la méthode, recommandable parce qu'elle est simple, peut être souvent mise en défaut. Je suis ainsi conduit à présenter une autre méthode, un autre dispositif qui conduit plus sûrement au même résultat et qui est applicable à tous les spectres et à tous les cas.

La question vaut, en effet, la peine qu'on s'y arrête. Cette composition avec des gaz et des particules n'est pas particulière aux comètes; elle est très générale et se retrouve dans les nébuleuses et aussi dans tous les autres astres, ou tout au moins dans leurs atmosphères (¹). Les gaz s'y montrent dans d'immenses espaces en même temps que les particules, la masse totale de matière étant probablement très faible, eu égard au volume occupé. Or la répartition exacte des molécules gazeuses dans ce volume, leur lien précis avec les particules et la cause de l'illumination des gaz et aussi des particules, qui ont souvent aussi une lumière propre, sont encore choses inconnues. Mais, si l'on peut séparer dans deux images distinctes les deux éléments ou, plus exactement, la matière qui émet un spectre continu et la matière du spectre discontinu, ces données nouvelles seront certainement utiles à la solution des questions encore pendantes (²).

Le dispositif suivant, applicable à tous les cas, peut fournir le résultat cherché. Il comprend essentiellement (voir *fig.* 1): 1° une chambre prismatique avec le prisme *a* et une chambre *bc* dont le plan focal est en *c*; 2° une

---

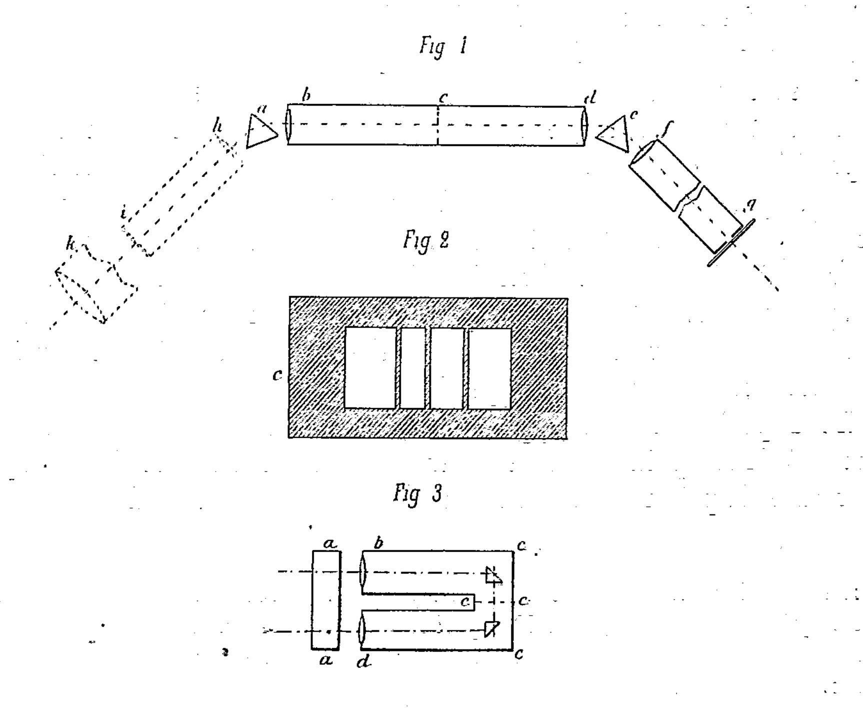
Keeler en 1899 (*Astrophysical Journal,* t. IX, p. 153) et par Hartmann en 1905 (*Astrophysical Journal,* t. XXI, p. 389), mais dans un autre but, pour avoir les images des gaz. Ces images ont été trouvées différentes avec les différentes radiations.

(¹) Notre atmosphère, par exemple, est un mélange de gaz et de particules, illuminé le jour par la diffusion des rayons solaires. Son image est en grande partie, sinon en totalité, une image de particules seules; car un rayon solaire qui traverse une colonne d'air privée de poussières, ou particules, est invisible.

(²) Le spectre discontinu est dû aux gaz, et le spectre continu est attribué généralement à des particules solides ou liquides; mais, sur ce dernier point, il peut y avoir un léger doute. Car les gaz, illuminés dans les tubes de Geissler, émettent, outre leurs raies caractéristiques, un spectre continu plus ou moins faible. Ce dernier spectre peut tenir simplement à des particules arrachées aux parois du verre par la décharge. En tout cas, il est utile d'avoir les images qui correspondent aux deux spectres, images dont les intensités totales ont un rapport très variable pour les différentes comètes ou nébuleuses.

seconde chambre prismatique *cde* symétrique de la première, au sens géométrique du mot, par rapport au plan focal *c*, l'objectif *d* et le prisme *e* étant identiques à l'objectif *b* et au prisme *a*.

Lorsque le faisceau complexe de rayons parallèles, émané de l'astre, traverse la première chambre *abc*, il est divisé par le prisme *a* en faisceaux élémentaires, qui donnent chacun une image distincte de l'astre dans le plan focal *c* (ces dernières images étant appelées *images élémentaires*). Si, ensuite, les faisceaux élémentaires traversent tous la seconde chambre *cde*, qui produit un effet exactement inverse de celui de la première, ils se réu-



nissent de nouveau en un même faisceau complexe de rayons parallèles à la sortie du prisme *e*. Une troisième chambre sans prisme *fg*, qui reçoit ce dernier faisceau, donne alors l'image ordinaire de l'astre. Mais, si dans le plan focal *c* on place des écrans opaques qui recouvrent exactement une ou plusieurs images élémentaires, par exemple toutes les images des gaz, les faisceaux restants, dus aux particules, arrivent seuls sur la dernière chambre *fg*, qui donne ainsi l'image des particules seules.

Avec la comète Daniel *d* 1907, en particulier, la queue (supposée parallèle aux arêtes des prismes) aurait donné dans le plan focal *c* trois images gazeuses seulement; il aurait suffi, pour les arrêter, de placer en *c* un dia-

phragme, de la forme représentée dans la figure 2, et comparable à un filtre. On photographie d'abord le spectre en *c* et, avec l'épreuve obtenue, on découpe dans une lame mince de carton ou de métal le filtre-diaphragme dont les pleins correspondent aux radiations à éliminer, et qui est disposé de manière à prendre la place de la plaque. Ces moyens simples assurent la photographie des particules. Si, en outre, on emploie un second filtre qui soit complémentaire du premier, dont les pleins correspondent exactement aux vides du précédent, on a, au contraire, l'image des gaz seuls.

En résumé, l'appareil peut donner successivement trois images, qui sont l'image des gaz et particules réunis, et les deux images des gaz et des particules séparés. Avec d'autres filtres, on aurait facilement encore d'autres images, qui seraient peut-être également utiles.

De plus, pour assurer un contrôle, il convient de joindre à l'appareil *abcdef* une chambre sans prismes telle que *fg*, et une chambre prismatique telle que *abc*, qui sont dirigées en même temps sur l'astre étudié. La première donne l'image ordinaire de l'astre, et la seconde, utile seulement avec les astres variables, comme les comètes, permet de vérifier que, pendant l'observation, le spectre n'a pas varié.

Cependant le dispositif proposé peut être en défaut lorsque les images élémentaires à masquer sont trop rapprochées, ce qui a lieu avec des radiations gazeuses trop nombreuses ou avec des astres dont le diamètre apparent angulaire est grand dans le sens de la longueur du spectre. On remédie à ces inconvénients avec une dispersion suffisante, ou en étudiant l'astre par petites portions successives.

Dans ce dernier cas, on complète le dispositif par les organes *hi* et *k*, marqués en pointillé sur la figure 1; la partie *hi* est un collimateur dont la fente *i* reçoit l'image de l'astre donnée par l'objectif astronomique *k*, et limite plus ou moins la portion de l'astre soumise à l'examen. L'organe complémentaire *hik* est à recommander lorsqu'on veut tirer parti d'un grand objectif astronomique pour étudier avec détails toutes les parties de l'astre. L'appareil est alors fixé à l'extrémité d'un équatorial; et si on le trouve trop long, on peut recourir à la variante qui est esquissée dans la figure 3, et qui représente une section faite par la ligne *bc*, perpendiculairement au plan de la figure 1. Les faisceaux issus de *b* sont renvoyés vers le même côté par deux prismes à réflexion totale et le prisme *e* se confond avec le prisme *a* qui est agrandi. L'encombrement est diminué de moitié, mais avec quatre réflexions normales en plus.

L'appareil complet (*abcdefghik*) peut être rapproché du spectrohélio-

graphe polychrome à trois fentes (dont une multiple), que j'ai décrit dans plusieurs Notes antérieures ([1]), et qui fournit en temps ordinaire l'image des vapeurs ou des particules dans la chromosphère solaire. Ce spectrohéliographe correspond au cas limite, noté déjà plus haut comme difficile, où les raies gazeuses sont extrêmement nombreuses et rapprochées. La fente *i* doit alors être fine et l'appareil ne donne qu'une ligne de l'image. Pour avoir l'image entière, il faut intégrer ces lignes et recourir aux mouvements continus qui caractérisent les spectrohéliographes et qui ne sont applicables qu'avec les astres d'un grand éclat. Ces mouvements complexes ne sont pas nécessaires dans l'appareil, à certains égards plus général, que je décris ici, et que l'on peut nommer *spectro-séparateur*. Les spectrohéliographes, qui pourraient aussi porter ce dernier nom, ont été classés parmi les appareils dits *spectro-enregistreurs*.

En résumé, les descriptions et figures qui précèdent suffisent à donner une idée nette du dispositif nouveau et de son principe. L'appareil est aisément applicable aux comètes, aux nébuleuses, à la chromosphère moyenne et supérieure du Soleil dans les éclipses et même aussi à la couronne ([2]).

TOXICOLOGIE. — *Sur la prétendue toxicité des Haricots de Hongrie.* Note de M. L. GUIGNARD.

Dans mes recherches de l'an dernier sur le Haricot à acide cyanhydrique ou *Phaseolus lunatus* L. ([3]), j'ai appelé l'attention sur certains caractères anatomiques permettant de distinguer facilement les nombreuses variétés de nos Haricots indigènes de celles de cette espèce exotique.

Le plus saillant de ces caractères consiste en ce que, chez les Haricots indigènes, le tégument de la graine possède une assise cellulaire spéciale dans laquelle il existe toujours des cristaux d'oxalate de calcium, tandis

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, 1904, p. 1378, et t. CXLIII, 1906, p. 1210.

([2]) L'appareil, complété par une pile ou un bolomètre, pourrait servir aussi à isoler dans le spectre de notre atmosphère les bandes de la vapeur d'eau, et à évaluer la proportion variable de cette vapeur dans l'air atmosphérique.

([3]) *Le Haricot à acide cyanhydrique,* Phaseolus lunatus *L.* (*Comptes rendus,* 6 mars 1906). — *Le Haricot à acide cyanhydrique. Étude historique, botanique et chimique. Nouveau procédé pour déceler l'acide cyanhydrique* (*Bull. des Sciences pharmacologiques,* 1906).

que, chez les Haricots à acide cyanhydrique, ces cristaux font complètement défaut.

Comme, au cours de ces observations, l'existence d'un principe cyanhydrique n'avait été constatée dans aucune des variétés fournies par le *Ph. vulgaris* L. et le *Ph. multiflorus* Willd. que l'on cultive en Europe pour l'alimentation, la présence des cristaux d'oxalate de calcium dans la graine pouvait être considérée comme une indication d'autant plus avantageuse, pour distinguer les Haricots qui renferment le composé toxique de ceux qui en sont dépourvus, qu'il suffit de quelques minutes pour leur recherche au microscope.

Mais, si l'on en croit les résultats d'un travail publié récemment par MM. Evesque, Verdier et Bretin (¹), à la suite d'analyses faites au Laboratoire d'expertises chimiques du 14ᵉ Corps d'armée, à Lyon, des échantillons de Haricots de Hongrie, possédant des cristaux d'oxalate de calcium dans leur tégument séminal, auraient donné une proportion assez notable d'acide cyanhydrique.

Les auteurs de ce travail ont constaté que ces graines ne présentaient pas les caractères extérieurs de celles du *Ph. lunatus;* en outre, l'examen de sept graines, en passant des plus petites aux plus grosses, montra que leur structure était la même que dans le *Ph. vulgaris,* le tégument séminal renfermant des cristaux d'oxalate de calcium semblables à ceux qu'on observe dans cette dernière espèce.

Un essai qualitatif, pratiqué au moyen du papier au picrate de sodium, aurait donné, d'après ces chimistes, un résultat positif, la coloration jaune citron de ce papier ayant viré très rapidement au rouge grenat; de plus, à l'ouverture du flacon, on percevait très nettement l'odeur caractéristique de l'acide cyanhydrique.

L'extraction de ce corps ayant été faite en soumettant à la distillation les Haricots pulvérisés et mis à macérer, pendant 12 heures, dans de l'eau distillée additionnée d'acide tartrique, le dosage par la méthode cyano-argentimétrique de M. Denigès fournit un taux d'acide cyanhydrique de $0^g,0342$ pour 100^g de graines.

Les trois collaborateurs terminent leur Note par les conclusions suivantes :

« Les caractères morphologiques et histologiques sont insuffisants pour se prononcer sur la non-toxicité des Haricots.

» L'intensité de la coloration du papier au picrate de sodium et sa rapidité de production ne peuvent que servir d'indication sur la plus ou moins grande quantité de glucoside cyanhydrique.

(¹) *Haricots toxiques,* dits *de Hongrie* (*Journal de Pharmacie et de Chimie,* numéro du 16 octobre 1907). Travail présenté à la Société de Pharmacie le 2 octobre

» Le dosage effectué suivant le *modus operandi* indiqué permet de connaître, utilement et rapidement, la teneur exacte en glucoside cyanhydrique. »

Bien que je n'eusse aucunement prétendu qu'on ne rencontrerait jamais de composé cyanhydrique dans des Haricots possédant des cristaux d'oxalate de calcium, les résultats qui précèdent pouvaient néanmoins paraître d'autant plus sujets à caution que, parmi les nombreuses variétés de Haricots examinées par moi l'an dernier, se trouvaient précisément des graines vendues sous le nom de *Haricots de Hongrie*. Or elles ne renfermaient pas de glucoside cyanhydrique.

D'autre part, je dois faire remarquer que, si l'on voulait doser l'acide cyanhydrique fourni par des Haricots, contenant réellement ce glucoside, en se servant du procédé d'extraction préconisé par les chimistes de Lyon, on s'exposerait à une erreur qui pourrait être assez grave.

Par conséquent, en présence des résultats publiés par ces auteurs, il est nécessaire, d'abord de rechercher si les Haricots de Hongrie renferment effectivement un glucoside cyanhydrique, ensuite de mettre en évidence la cause d'erreur que comporte le *modus operandi* dont il vient d'être question.

I. Grâce à l'obligeance de plusieurs importateurs ou négociants ([1]), je me suis procuré de nouveau des échantillons de Haricots de Hongrie de provenance authentique. Ils se composaient de graines blanches, petites, de forme ovoïde renflée, semblables sous tous les rapports à celles que j'avais étudiées antérieurement. Pour 7 échantillons différents, le poids de 100 Haricots se trouvait compris entre 22^g et 24^g; il était de 23^g pour les graines examinées à Lyon. En somme, les caractères extérieurs correspondaient bien à ceux qui avaient été indiqués par M. Evesque et ses collaborateurs.

Examinés au microscope, tous ces échantillons ont montré des cristaux d'oxalate de calcium, mais aucun n'a donné la moindre trace d'acide cyanhydrique.

D'où peut donc provenir la discordance des résultats sur ce dernier point ? Les graines analysées à Lyon n'étaient-elles pas de même nature, ou bien avaient-elles été mélangées avec certaines variétés blanches du Haricot à acide cyanhydrique ?

M. le Dr Vaillard, Directeur de l'École de Santé militaire de Lyon,

([1]) Je remercie, en particulier, M. Léon Collin, de Paris, et M. Piazza, président du Syndicat du Commerce des légumes secs et graines de Marseille.

voulut bien me transmettre un flacon, cacheté et étiqueté, renfermant un petit échantillon de graines qui lui avait été remis officiellement par M. Evesque lui-même. Ces graines provenaient du lot de Haricots qui avaient donné, comme on l'a vu, $0^g,0342$ pour 100 d'acide cyanhydrique.

L'échantillon se composait de 20 graines seulement, toutes les autres ayant été, paraît-il, employées pour les recherches publiées par les trois chimistes. Elles présentaient, au point de vue de la forme, de la couleur et du poids, des caractères absolument identiques à ceux des Haricots de Hongrie que j'avais reçus antérieurement.

Sur les 20 graines, on en préleva 15 qui furent examinées au microscope et montrèrent des cristaux d'oxalate de calcium. Les morceaux de ces 15 graines, pesant $3^g,50$, furent ensuite pulvérisés et introduits dans un petit ballon avec une dizaine de grammes d'eau distillée.

Suspendu dans le ballon, le papier picro-sodé (1) fraîchement préparé *ne prit pas la moindre coloration indiquant la présence de l'acide cyanhydrique.*

Tout autre eût été le résultat si ces graines avaient renfermé un glucoside cyanhydrique, même en très faible quantité. En effet, pour voir apparaître, après quelques heures, la coloration caractéristique du papier, il a suffi d'employer $0^g,50$ de poudre de Haricots de Birmanie, qui ne donnaient que $0^g,020$ pour 100 d'acide cyanhydrique (par conséquent $0^g,0001$ pour $0^g,50$), et même la coloration se manifestait encore, du jour au lendemain, avec $0^g,25$ de la même poudre, représentant le poids moyen d'un seul de ces Haricots.

Soumis ensuite à la distillation dans des conditions appropriées, le contenu du ballon *ne fournit pas non plus la moindre trace d'acide cyanhydrique.*

---

(1) Le procédé de recherche qualitative de l'acide cyanhydrique au moyen du *papier picro-sodé* a été signalé d'abord dans ma Note à l'Académie (5 mars 1906). Peut-être n'est-il pas superflu de faire remarquer ici que, si l'on se contentait d'imprégner un papier à filtrer d'une solution neutre de picrate de sodium, on n'obtiendrait pas la moindre coloration en présence des vapeurs d'acide cyanhydrique. Il est nécessaire que la solution soit très alcaline.

La préparation du papier réactif, décrite dans ma Note, peut être faite plus rapidement de la façon suivante :

A une solution aqueuse d'acide picrique à 1 pour 100, obtenue à chaud, on ajoute, avant refroidissement complet, 10^g de carbonate de sodium cristallisé pour 100^g de la solution. Le sel de sodium se dissout très rapidement en donnant un liquide limpide (à froid, il y aurait formation d'un précipité). Il suffit ensuite d'y tremper du papier à filtrer. Avec la dose de sel de sodium ci-dessus indiquée, le papier présente son maximum de sensibilité.

Il ne m'appartient pas de rechercher d'où pouvait provenir l'acide cyanhydrique obtenu dans les analyses faites au laboratoire de Lyon. En tout cas, la présence de cristaux d'oxalate de calcium dans toutes les graines examinées exclut l'hypothèse d'un mélange de Haricots indigènes avec le *Ph. lunatus*. Les variétés de cette dernière espèce, quelles qu'elles soient, se reconnaissent d'ailleurs facilenent par le seul examen des caractères extérieurs.

2. Voyons maintenant quelle est la valeur du procédé d'extraction de l'acide cyanhydrique employé au laboratoire de Lyon.

Ce procédé comporte, avant la distillation, une macération préalable, pendant 12 heures, de 25g de poudre de Haricots, dans 250g d'eau distillée additionnée de 1g d'acide tartrique. C'est sur cette intervention de l'acide tartrique qu'il est nécessaire d'attirer l'attention.

On sait que l'acide cyanhydrique fourni par les graines du *Ph. lunatus* provient du dédoublement du glucoside phaséolunatine (ou linamarine) sous l'influence d'une émulsine. L'acide tartrique n'exerce-t-il aucune action sur ce dernier ferment et, par suite, sur le dédoublement du glucoside? C'est une question que les auteurs du travail qui nous occupe ne paraissent pas s'être posée, car autrement ils auraient pu constater que leur méthode, appliquée à des Haricots à acide cyanhydrique, est loin de pouvoir en faire connaître, comme ils le prétendent, la *teneur exacte* en glucoside.

Pour le démontrer, je donne dans le Tableau ci-joint les résultats d'expériences faites avec trois échantillons de Haricots de Java inégalement riches en glucoside.

Acide cyanhydrique obtenu avec 100g de Haricots de Java.

Macération de 12 heures.	Échantillon n° 1. T = +15°.	Échantillon n° 2. T = +15°.	Échantillon n° 3. T = +15°.	Échantillon n° 3. T = +30°.
Eau pure	g 0,130	g 0,289	g 0,235	g 0,234
	0,129	0,290	0,232	0,233
Eau renfermant pour 100 :				
0g,25 d'acide tartrique	0,108	0,216	0,161	0,233
	0,105	0,210	0,166	0,232
*0g,40 »	0,088	0,166		
	0,091	0,158		
0g,50 »	0,082	0,138	0,102	0,165
	0,086	0,130	0,108	0,159
1g »	0,055	0,090	0,069	0,102
	0,054	0,086	0,066	0,097

La macération des graines pulvérisées (10g pour 100g d'eau) a eu lieu, pendant 12 heures, soit dans l'eau pure, soit dans l'eau additionnée de doses variables d'acide tartrique, à la température de + 15° pour les échantillons n° 1 et n° 2, et aux températures de + 15° et de + 30° pour l'échantillon n° 3 [1].

Après macération dans l'eau pure, ces échantillons fournissaient à la distillation des quantités d'acide cyanhydrique qui étaient très sensiblement de 0g,130 pour 100 pour le premier, de 0g,290 pour 100 pour le second, de 0g,235 pour 100 pour le troisième.

Ces chiffres peuvent s'abaisser considérablement lorsque la macération a eu lieu en présence de l'acide tartrique. Celui-ci, en effet, exerce sur le dédoublement du glucoside une influence qui va croissant avec les doses employées. Il suffit, pour s'en convaincre, de consulter les chiffres du Tableau, car ils sont par eux-mêmes suffisamment probants pour qu'il soit inutile d'insister. Ils montrent que l'action paralysante de l'acide tartrique sur l'émulsine est déjà très marquée à la dose de 0g,25 pour 100, à la température de + 15°.

On remarquera qu'à cette température la dose d'acide tartrique employée par les chimistes de Lyon (0g,40 pour 100) entraîne une forte diminution dans la quantité d'acide cyanhydrique formé, par comparaison avec celle que donne la macération dans l'eau pure.

En outre, les résultats obtenus avec l'échantillon n° 3 font ressortir l'influence due à la température dans l'action paralysante de l'acide tartrique sur l'émulsine des Haricots. Pour une même dose d'acide tartrique, on observe, en effet, de grandes différences dans les quantités d'acide cyanhydrique formé, suivant qu'on opère, comme l'indique le Tableau, à + 15° ou à + 30°. A cette dernière température, l'activité de l'émulsine s'accroît au point d'annihiler complètement l'influence paralysante de l'acide tartrique, quand ce dernier n'est employé qu'à la dose de 0g,25 pour 100; mais il n'en est plus de même pour des doses plus élevées.

Comme l'acide tartrique, à l'inverse des acides minéraux, n'exerce pen-

---

[1] Dans mes recherches antérieures, j'ai montré que la simple macération dans l'eau et la distillation ne permettent pas d'obtenir d'emblée toute la quantité d'acide cyanhydrique que les graines peuvent fournir. Pour des raisons que j'ai fait connaître, une petite partie du glucoside reste indécomposée. J'ai indiqué en même temps les conditions à remplir pour que le dédoublement du glucoside soit complet (*Bull. des Sciences pharm.*, p. 347 et suiv.).

dant la distillation aucune action destructive sur l'acide cyanhydrique, il va sans dire que, s'il n'est ajouté qu'après la macération, la distillation fournit une quantité d'acide cyanhydrique qui est exactement la même que celle qu'on obtient lorsque cette addition n'a pas eu lieu.

En résumé, sans insister davantage sur des inexactitudes de méthode qu'il était pourtant bon de relever, je puis dire qu'aucun des échantillons de Haricots de Hongrie que j'ai examinés ne donnait la plus petite trace d'acide cyanhydrique. On conviendra sans doute que la chose n'est pas entièrement dépourvue d'intérêt, en raison de la répercussion fâcheuse que l'opinion contraire peut avoir sur le commerce et l'alimentation.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Les revendications de M. Loeb dans la question de la parthénogenèse expérimentale.* Note de M. **Yves Delage.**

Dans la séance du 25 novembre 1907 (p. 943), M. Loeb a présenté contre moi une série de réclamations relatives à diverses questions intéressant la parthénogenèse expérimentale. Il l'a fait sous une forme propre à transformer une controverse scientifique en une querelle de personnes, transformation que je veux m'efforcer d'éviter.

Je ferai remarquer d'abord que les critiques de M. Loeb laissent intact le point essentiel de mes recherches, l'action du tannate d'ammoniaque dans la parthénogenèse. Ses critiques portent sur trois points, l'isotonie, les solutions pures et l'oxygène.

Au reproche d'ignorance de ses travaux, que M. Loeb réitère à chaque page de sa Note, je répondrai en bloc par cette simple remarque : le travail de M. Lyon et tous ceux de ses propres travaux qu'il cite à l'appui de son dire ont été analysés par moi-même pour l'*Année biologique*. Il ne s'agit donc pas d'ignorance, mais de divergences d'interprétations. J'espère montrer ici que les miennes sont bien fondées.

1. *Isotonie.* — Je sais aussi bien que M. Loeb que l'on a, depuis longtemps, obtenu des larves en eau de mer additionnée de réactifs ne modifiant que peu ou point sa pression osmotique. Comment ne le saurais-je pas, ayant obtenu moi-même, dès 1903, des embryons d'Oursins à 32 cellules, sans hypertonie (*Comptes rendus,* t. CXXXVII, p. 473)?

Mais la question n'est pas là. Avec les réactifs employés jusqu'ici, l'isotonie était considérée comme une condition tout à fait défavorable, et, après avoir signalé l'obtention de quelques larves au moyen de solutions isotoniques comme une curiosité intéressante, on se hâtait de recourir à l'hypertonie dès qu'on voulait arriver à des résul-

tats pratiques. Tous ceux qui s'occupent de ces questions travaillent avec des solutions hypertoniques. M. Loeb lui-même ne fait pas autrement dans son procédé aux acides gras. Après avoir constaté qu'en abaissant la température ou en éliminant l'oxygène, il obtenait quelques éclosions en eau de mer, il n'en fait pas moins retour au traitement hypertonique, qui constitue une partie essentielle de son procédé.

Tout autre est mon cas. Avec le tannate d'ammoniaque, l'isotonie devient le procédé de choix ; le traitement hypertonique est rejeté. Je n'emploie plus que des solutions isotoniques. Or, c'est là une grande nouveauté. Et c'est cela qui m'a permis de dire qu'il faut chercher en dehors de la pression osmotique l'explication générale de la parthénogenèse.

Pour donner satisfaction à M. Loeb, je retire l'expression « condition *sine qua non* » pour dire « condition essentielle ». Mais c'est pure question de mots : il n'y avait pas à se tromper au sens de mes paroles.

2. *Solutions pures.* — Si vraiment la pression osmotique intervient seule dans les solutions hypertoniques, comme l'assure M. Loeb, je le prierai d'expliquer pourquoi il dilue ses solutions concentrées de $NaCl$, de KCl, de $MgCl^2$, pour obtenir la pression osmotique voulue, non avec de l'eau distillée, mais avec de l'eau de mer. Pour prouver que la nature des sels déterminant la pression osmotique voulue est indifférente, il est indiqué d'employer des solutions pures des divers sels et de comparer leurs effets, et non pas de prendre pour véhicule de l'eau de mer où il y a de tout.

Si donc M. Loeb n'emploie pas des solutions pures, on est autorisé à l'attribuer, jusqu'à preuve du contraire, à ce qu'avec sa méthode elles sont inefficaces.

Quelle peut être la cause de cette inefficacité? M. Loeb fait des expériences où il montre que les solutions pures de $NaCl$ sont toxiques pour les œufs d'Oursin et provoquent leur destruction par deux sortes de cytolyses, qu'on retrouve dans les expériences mal réussies de parthénogenèse. Pour enlever leur toxicité aux solutions pures de $NaCl$ il doit leur ajouter un sel de potassium et un sel de calcium. Or ces sels se trouvent dans l'eau de mer dont il se sert pour diluer sa solution de $NaCl$, de KCl ou de $MgCl^2$. Ne suis-je pas autorisé, après cela, à dire que M. Loeb désintoxique ses solutions pures par addition d'eau de mer pour les rendre efficaces, et que j'ai trouvé quelque chose de nouveau lorsque, avec le tannate d'ammoniaque, j'obtiens la parthénogenèse (non quelques rares blastules, mais de riches éclosions), avec des solutions pures de n'importe lequel des sels de l'eau de mer?

Je n'ai donc point confondu, comme m'en accuse M. Loeb, ses expériences sur les effets antagonistes des ions avec ses expériences sur la parthénogenèse : il peut s'en assurer par la lecture de mes analyses de ses travaux. Mais j'ai rapproché ces deux expériences et j'ai tiré des premières des conclusions que j'ai appliquées aux dernières, à juste titre, je crois.

3. *Oxygène.* — M. Loeb s'indigne quand je lui fais dire que les électrolytes de son liquide hypertonique agissent comme catalyseurs d'oxygène, c'est-à-dire font passer dans les œufs l'oxygène dissous dans ce liquide. Le fait est celui-ci : les œufs autour desquels il a fait apparaître une membrane, au moyen des acides gras, meurent, après la formation du premier fuseau de division, s'il les replace simplement dans l'eau de mer; pour les faire segmenter, il doit les traiter par une solution hypertonique, et cette solution n'est efficace que si elle contient de l'oxygène. Je me crois donc autorisé

à dire que, dans son expérience, les électrolytes de la solution hypertonique servent à faire passer dans les œufs l'oxygène nécessaire à leur développement. M. Loeb trouve que cela n'est pas conforme à sa théorie. J'ai dit ce qu'étaient ses expériences. Voyons ce que dit sa théorie. D'après M. Loeb, le développement de l'œuf a pour condition chimique une énorme synthèse de nucléine aux dépens du cytoplasme, synthèse qui se ferait par oxydation de certains des constituants de ce dernier. Le traitement par les acides gras, en déterminant la formation d'une membrane autour des œufs, déterminerait corrélativement les oxydations nécessaires à cette synthèse. Mais ces oxydations seraient mal orientées (occur in a wrong direction — verlaufen in falschen Bahnen). Le traitement hypertonique servirait à remettre ces oxydations dans le droit chemin (turn the oxydative processes into the right direction — lenken die oxydations processe in richtigen Bahnen) (¹), et cela *en déterminant des oxydations correctrices* (Loeb, *Univ. of Calif. public.*, t. III, 1906, p. 49). Il y a donc bien, d'après M. Loeb lui-même, fixation d'oxygène sur les œufs par l'intermédiaire de la solution hypertonique.

Pourquoi, dès lors, M. Loeb me reproche-t-il de lui avoir fait dire que les électrolytes de la solution hypertonique sont catalyseurs d'oxygène par rapport aux œufs? Le voici.

Pour M. Loeb, la solution hypertonique chargée d'oxygène agit en deux temps : par sa pression osmotique, elle déshydrate l'œuf et cette déshydratation modifie la dissociation électrolytique et les coefficients de partage de certains des constituants de l'œuf; puis l'œuf, ainsi modifié, utilise l'oxygène dissous dans la solution, pour les oxydations correctrices requises (²). En sorte que, d'après M. Loeb, ce ne sont pas les électrolytes *en tant que tels* (*as such*) qui sont les véhicules de l'oxygène, puisqu'ils ne font que déshydrater l'œuf et le mettre en état d'absorber l'oxygène dissous en même temps qu'eux dans la solution. Et voilà pourquoi j'aurais péché en faisant dire à M. Loeb que les électrolytes étaient, dans son expérience, transporteurs d'oxygène, tandis qu'ils ne sont que la condition médiate (mais nécessaire) de ce transport. Or, c'est précisément ce que j'ai voulu exprimer. Personne ne pensera, j'espère, que j'aie voulu dire ou faire dire à M. Loeb cette absurdité, que NaCl formait aux dépens de l'oxygène de la solution un composé oxydé qui cédait ensuite son oxygène aux œufs. Il y a fixation d'oxygène sur les œufs par l'effet des électrolytes; c'est cela seul que j'ai retenu, laissant à M. Loeb la responsabilité de son explication, étrangère à la question essentielle.

J'ai pensé et je pense encore que, dans un exposé condensé comme ceux des *Comptes*

(¹) M. Loeb va jusqu'à conclure que le spermatozoïde lui-même apporte à l'œuf deux substances, l'une qui détermine des oxydations mal orientées, l'autre pour ramener ces oxydations dans la bonne voie.

(²) M. Loeb ne dit pas expressément que l'oxygène utilisé par ces oxydations correctrices soit celui dissous dans la solution hypertonique : il dit seulement que ces oxydations ne se produisent que si cette solution contient de l'oxygène. Mais s'il n'en était pas ainsi on ne concevrait pas pourquoi la même solution hypertonique, privée d'oxygène, serait stérile. Cette observation semblera superflue, mais les réclamations de M. Loeb m'ont rendu prudent.

rendus, je n'avais pas à entrer dans le détail de ces explications ni dans celui des interprétations compliquées et hypothétiques de M. Loeb, que je connaissais d'ailleurs parfaitement, ainsi que le prouvent mes analyses pour l'*Année biologique*. J'ai donné ce détail dans le Mémoire *in extenso* qui est depuis plus d'un mois chez l'imprimeur.

Ce qui importe, au fond, ce ne sont pas ces hypothèses sur la manière dont l'oxygène pénètre dans les œufs, c'est le fait global. Or, ce fait global, c'est que, pour M. Loeb, la parthénogenèse a pour condition des oxydations déterminées par le traitement et pendant le traitement. J'estime, au contraire, que ces oxydations ne sont nécessaires qu'après le traitement, qu'elles se font toutes seules aux dépens de l'oxygène de l'eau de mer où les œufs sont replacés après l'action des réactifs, lorsque le développement a été déclenché, et qu'un traitement sans oxygène suffit à ce déclenchement. Et je crois l'avoir démontré.

Enfin M. Loeb réclame la priorité pour l'obtention de larves d'Oursin en solution sucrée. Mais il omet de dire que ses larves (d'ailleurs peu nombreuses et qui moururent toutes dans les 24 heures, sans avoir dépassé le stade blastula) provenaient non de *Strongylocentrotus*, mais d'*Arbacia*. Or, tous ceux qui se sont occupés de ces questions savent qu'on ne peut absolument pas généraliser les résultats. Les réactifs efficaces chez une espèce ne le sont point chez l'autre et inversement. Or, *Arbacia* a une tendance à la parthénogenèse naturelle bien connue et affirmée par M. Lyon lui-même, l'élève de M. Loeb, tendance qui fait absolument défaut chez *Strongylocentrotus*.

Pour juger l'efficacité d'un procédé et en tirer des conclusions pour les théories de la parthénogenèse artificielle, il est indiqué de ne s'adresser, comme je l'ai fait, qu'à des espèces n'ayant aucune tendance à la parthénogenèse, telles que le *Strongylocentrotus* qui a servi à mes expériences. Or, je mets M. Loeb au défi de faire développer des œufs de *Strongylocentrotus* par le moyen de la solution sucrée qui lui a réussi avec *Arbacia*.

En résumé, les revendications de M. Loeb, soutenables en apparence, si l'on s'en tient à la lettre, ne le sont plus si l'on envisage l'esprit des choses. Elles n'ont pas pour base des omissions ou des erreurs, mais des divergences d'interprétation. Et je crois avoir montré que mon interprétation était justifiée.

Je profite de l'occasion de cette Note pour faire connaître que, des deux Oursins parthénogénétiques en élevage à Roscoff, l'un mesure aujourd'hui $3^{mm},5$, l'autre 4^{mm}. Comme ils mesuraient, au sortir de la métamorphose, $0^{mm},5$, leur diamètre est devenu, en 3 mois, 7 fois plus grand pour l'un, 8 fois plus grand pour l'autre, en sorte que leur volume est passé de 1 à $7^3 = 343$ pour le premier et de 1 à $8^3 = 512$ pour le second. Ils sont donc de 400 à 500 fois plus gros qu'à l'origine. Cela indique qu'ils se nourrissent bien et permet d'espérer qu'ils atteindront l'âge adulte.

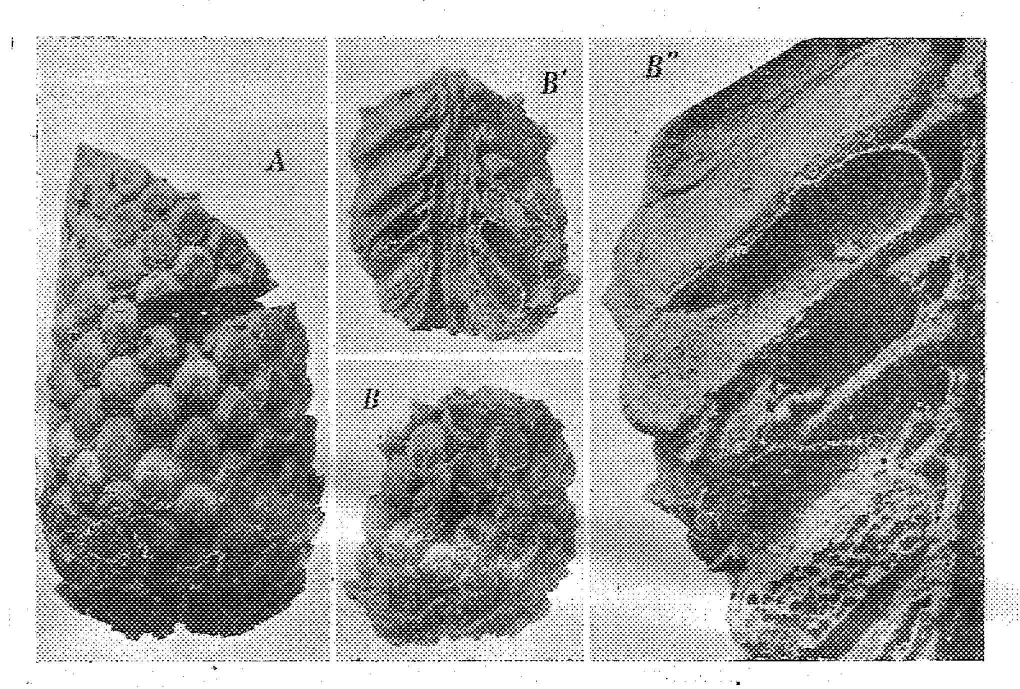
PALÉOBOTANIQUE. — *Sur quelques* Lepidostrobus *de la région pyrénéenne.* Note de M. R. Zeiller.

L'École supérieure des Mines a reçu dernièrement pour ses collections un fossile végétal qui me semble, à raison de son état particulier de conservation, mériter d'être mis sous les yeux de l'Académie : c'est un cône de *Lepidodendron*, qui constitue dans le genre *Lepidostrobus* une forme spécifique nouvelle, et qui offre en même temps cet intérêt, de fournir d'utiles indications sur la provenance de certains autres échantillons, appartenant au même type générique, qui n'avaient pas été trouvés en place.

Il a été recueilli par M. A. Laurent, ingénieur à Saint-Girons, dans les gîtes de phosphates noirs de l'Estanque, près Rimont (Ariège), dont cet ingénieur dirige l'exploitation et qui appartiennent, comme on sait, à la base du Dinantien. L'un des nodules de phosphate provenant du triage des matières abattues ayant attiré l'attention de M. Laurent par sa forme ovoïde allongée, il l'a cassé au marteau et a mis à nu un cône remarquablement conservé qui en occupait la région axiale, mais dont malheureusement la partie supérieure s'est complètement désagrégée ; la portion restante, longue de 68^{mm} et mesurant 35^{mm} de diamètre, représente vraisemblablement les deux tiers inférieurs de l'organe complet. Ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'il n'y a pour ainsi dire pas eu interposition de matière minérale entre les éléments constitutifs du cône et que ceux-ci se présentent, ainsi que le montrent les figures ci-dessous, libres les uns par rapport aux autres et non déformés, avec l'aspect qu'offrirait un cône actuellement vivant.

Une cassure longitudinale passant par un plan diamétral montre l'axe ligneux en partie décomposé (*fig.* B′), mais les bractées qui s'attachaient sur cet axe sont parfaitement conservées, du moins dans leur région inférieure portant le sporange ; on voit sur la figure B′ que les plus basses d'entre elles étaient fortement réfléchies en arrière, et que l'inclinaison sur l'axe allait en diminuant progressivement vers le haut. La région limbaire des mêmes bractées est, au contraire, très incomplète, étant demeurée, pour la majeure partie, adhérente à la croûte de phosphate, épaisse de 15^{mm}, qui enveloppait le cône en question ; les portions de cette région limbaire qui subsistent soit sur le pourtour du cône, soit contre la face interne de la coque pierreuse qui entourait le cône, sont constituées seulement par une mince lame de matière minérale qui représente leur surface externe et qui circonscrit un espace vide résultant de la décomposition des tissus internes (voir *fig.* A et B) ; çà et là sont demeurés cependant, vers la base du limbe, quelques paquets de matière solide, avec des traces de striation longitudinale dans la région axiale correspondant au cordon foliaire. Mais,

d'après l'examen que j'ai pu faire de quelques préparations microscopiques, il ne reste pour ainsi dire pas trace de structure : il semble qu'il y ait eu seulement dépôt d'une mince pellicule minérale à la surface des éléments constitutifs du cône, axe ligneux, bractées et sporanges, plutôt qu'imprégnation du tissu végétal, ainsi qu'il arriverait, par exemple, dans un moulage galvanoplastique. Les tissus internes ont dû ensuite se décomposer, au moins en partie, et quelques restes seulement en ont été conservés par une minéralisation plus tardive.



Lepidostrobus Laurenti n. sp. — A, partie inférieure et moyenne du cône; gr. nat. — B, portion inférieure (placée à droite et vue de côté sur la figure A) vue de face; gr. nat. — B', le même fragment vu par sa face interne, suivant une cassure longitudinale passant par l'axe; gr. nat.; les trois sporanges inférieurs, de chaque côté de l'axe, renferment des macrospores. — B", partie gauche du même fragment, grossie 4 fois; le plus élevé des trois sporanges inférieurs est à moitié vide et montre les macrospores en relief.

Le dépôt minéral s'est fait également en dedans des sporanges et a cimenté les spores en une masse continue, mais sans pénétrer à leur intérieur; la cassure diamétrale dont j'ai parlé faisant voir la coupe de quelques-uns de ces sporanges, les spores y apparaissent ainsi, macrospores aussi bien que microspores, représentées par des vides sphériques contigus (voir *fig.* B', B"), souvent visiblement groupés en tétrades, dans la masse minérale qui a rempli leurs interstices. Toutefois un certain nombre de macrosporanges, qui étaient évidemment ouverts et en partie vidés avant la fossilisation, montrent à leur intérieur (voir *fig.* B") des macrospores non soudées les unes aux autres, et à la surface desquelles on distingue nettement les trois arêtes divergeant à 120° qui s'observent habituellement sur les macrospores des Lycopodinées.

D'après l'aspect de la matière minérale qui s'est ainsi déposée sur les différentes parties constitutives du cône, on serait tenté de croire qu'elle se compose essentiellement d'oxyde de fer; mais il résulte de l'analyse que M. G. Chesneau a eu l'obligeance de faire d'un fragment détaché de l'axe ligneux, que l'oxyde de fer n'entre dans sa composition que pour 10 pour 100, le phosphate de chaux intervenant dans la proportion de 40 pour 100, la silice de 30 pour 100, le carbone et l'eau de 20 pour 100.

La coque extérieure du nodule est d'une composition un peu différente, renfermant, pour 100 : environ 70 de phosphate de chaux, 24 de silice, 5 de matières organiques et eau, et 1 seulement d'alumine et peroxyde de fer. Cette coque est traversée par le pédoncule du cône, dont la section transversale apparaît à l'extrémité inférieure du grand axe du nodule, limitée par un contour elliptique de 18^{mm} de longueur sur 15^{mm} de largeur; la partie centrale, correspondant à l'axe ligneux et aux zones les plus internes de l'écorce, est malheureusement détruite; l'écorce externe subsiste seule et se montre, en coupe transversale, relativement bien conservée : on y reconnaît, notamment, les traces foliaires, rangées sur trois cercles concentriques et alternant régulièrement de l'un à l'autre, ce qui indique pour les feuilles une disposition verticillée.

L'examen du cône lui-même montre, d'ailleurs, avec la plus grande netteté que les bractées y étaient rangées en verticilles alternants, au nombre de neuf par verticille, et l'alignement de ces bractées en files verticales bien accusées, au nombre total de dix-huit, constitue l'un des caractères les plus saillants de cet échantillon (*fig.* A); on remarque sur la coupe longitudinale que les trois verticilles de sporanges inférieurs renfermaient des macrospores, et les suivants des microspores.

Cette disposition des bractées sporangifères en files verticales nettes, qui ne semble pas se retrouver chez les *Lepidostrobus* qu'on rencontre habituellement dans le Houiller, est connue cependant chez deux espèces de ce genre (si tant est qu'elles soient réellement distinctes spécifiquement), le *Lepidostrobus Brownii* Brongniart (sp.) et le *Lepidostrobus Dabadianus* Schimper, représentées toutes deux par des échantillons à structure conservée, et avec lesquelles le cône que je viens de décrire offre des analogies marquées; il en diffère toutefois par sa forme plus cylindrique, surtout par ses bractées beaucoup moins épaisses et plus fortement dressées dans leur région limbaire, de telle sorte qu'elles ne donneraient pas en coupe tangentielle la section en forme d'hexagone régulier qu'on observe chez les *Lep. Brownii* et *Lep. Dabadianus*.

Il me paraît donc, tout en venant se ranger à côté de ces derniers, devoir constituer une espèce nouvelle, à laquelle je donnerai le nom de *Lepidostrobus Laurenti*, en témoignage de reconnaissance envers l'auteur de la découverte de ce bel échantillon, si généreusement donné par lui à l'École des Mines.

Depuis lors, un second échantillon semblable, mais un peu plus petit et moins bien dégagé, nous est parvenu, provenant de la vallée de Larboust, près Bagnères-de-Luchon. J'ai, en outre, reçu de M. Fabre, conservateur des Eaux et Forêts à Nîmes, dont les beaux travaux géologiques sont bien connus de l'Académie, communication d'un autre cône trouvé également dans un nodule phosphaté, mais à l'extrémité sud-orientale de la Montagne Noire, dans le Dinantien de Cabrières (Hérault); il semble appartenir encore à la même espèce, bien que ses bractées sporangifères, un peu plus petites, soient disposées en séries plus nombreuses, paraissant former des verticilles alternants comprenant chacun treize bractées; il est moins bien conservé que les deux autres comme apparence extérieure, mais peut-être se prêtera-t-il mieux à une étude anatomique, la minéralisation paraissant avoir été moins superficielle.

La découverte de ces échantillons fournit en outre, ainsi que je l'annonçais en commençant, des indications ou tout au moins des présomptions intéressantes relativement à la provenance originelle et à l'âge des *Lepidostrobus Brownii* et *Lep. Dabadianus*. Le beau cône silicifié qui constitue le type de ce dernier a été trouvé, d'après les renseignements donnés à son sujet par Brongniart, dans un terrain meuble à l'entrée de la vallée du Volp (Haute-Garonne). Quant au *Lep. Brownii*, on ignore absolument où ont été trouvés les deux échantillons sur lesquels l'espèce a été établie, mais il faut lui rapporter un tronçon de cône silicifié, de 75^{mm} de diamètre, recueilli dans un dépôt caillouteux quaternaire à Pauillac dans le Gers (arrondissement de Lectoure), par M. Ducassé, conducteur des Ponts et Chaussées, qui en a libéralement fait don à l'École des Mines : la concordance absolue de tous ses caractères avec l'échantillon de *Lep. Brownii* du Muséum d'Histoire naturelle de Paris me paraît en effet ne laisser aucun doute sur l'identification, et je serais même porté à croire que ces deux échantillons doivent venir l'un et l'autre d'un même gisement primitif.

En ce qui concerne, en tout cas, les deux échantillons silicifiés de *Lep. Dabadianus* et de *Lep. Brownii* ainsi trouvés dans des dépôts alluvionnaires en avant de la chaîne des Pyrénées, il me paraît infiniment probable qu'ils proviennent des bancs de lydiennes qui forment, dans toute la région, un élément à peu près constant du Dinantien inférieur, au voisinage immédiat des couches à phosphates. Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer qu'on connaît précisément dans le Dinantien ou Culm un certain nombre d'espèces de *Lepidodendron*, telles notamment que le *Lep. Volkmanni* Sternberg, dont les feuilles, contrairement à ce qui a lieu chez les *Lepidodendron* houillers, sont rangées en files verticales bien nettes, et auxquelles pourraient par conséquent correspondre les *Lepidostrobus* dont je viens de parler, caractérisés par cette même disposition de leurs bractées sporangi-

fères. M. de Rouville a, du reste, reconnu la présence, à Cabrières même, de *Lepidodendron* de ce groupe.

En tout cas, les faits que je viens de signaler me paraissent de nature à attirer, au point de vue paléobotanique, l'attention sur ces couches dinantiennes, phosphates et lydiennes, de la région des Pyrénées; ils donnent à penser qu'on y pourrait faire de très intéressantes découvertes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation directe des diones aromatiques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 1907, t. CXLIV, p. 1086), nous avons indiqué les résultats obtenus quand on soumet diverses diones forméniques à l'hydrogénation directe en présence du nickel divisé. Une dione α examinée a donné lieu à une formation régulière du diol correspondant; au contraire les diones β ont conduit à une scission de la molécule et à l'hydrogénation consécutive des tronçons. La présente Note a pour objet l'application de la méthode d'hydrogénation à quelques diones aromatiques.

Nous avons examiné une dione α, le benzile, et une dione β, la benzoylpropanone. A côté de la première, nous avons étudié aussi la *benzoïne* qui en dérive par hydrogénation partielle.

1. *Diphényléthanedione,* ou *benzyle,* $C^6H^5.CO.CO.C^6H^5$.—Cette dione, qui se présente en cristaux fondant à 95° et bouillant à 188° sous 12^mm, a été hydrogénée par un excès d'hydrogène sur le nickel à 220°-230°.

La réaction est totale et donne exclusivement de l'eau et du *diphényléthane symétrique* ou *dibenzyle,* qui est obtenu du premier coup en beaux cristaux blancs fondant exactement à 52°. On a

$$C^6H^5.CO.CO.C^6H^5 + 4H^2 = C^6H^5.CH^2.CH^2.C^6H^5 + H^2O.$$

On n'observe aucune action secondaire appréciable.

2. *Diphényléthanolone,* ou *benzoïne,* $C^6H^5.CHOH.CO.C^6H^5$. — Ce corps, qui se présente en cristaux incolores fondant à 137° et bouillant à 343°, a été régulièrement hydrogéné par un courant rapide de gaz passant sur le nickel à 210°-220°. Comme avec la dione précédente, le produit exclusif de la réaction est de l'eau et du *diphényléthane* symétrique

$$C^6H^5.CH^2.CH^2.C^6H^5,$$

très pur, fondant à 52°.

3. *Phényl-1-butanedione-1.3*, ou *benzoylpropanone*,

$$C^6H^5.CO.CH^2.CO.CH^3.$$

— Cette dione, qui se présente en cristaux blancs fondant à 60° et bouillant à 260°, a été soumise à l'hydrogénation directe sur le nickel vers 200°. On recueille, en même temps qu'une certaine proportion d'eau, un liquide d'où la distillation fractionnée extrait : de la propanone, bouillant à 56°, du propanol 2, bouillant à 83°, du toluène, bouillant à 110°, et surtout du *butylbenzène*, bouillant à 180°, dans lequel l'attaque par le mélange sulfonitrique indique la présence d'une petite quantité d'hexahydrobutylbenzène qui demeure inaltéré.

L'eau tient en dissolution de la propanone et de l'alcool isopropylique.

La réaction prépondérante, qui atteint au moins les $\frac{4}{5}$ de la matière, a été la formation de butylbenzène, avec séparation d'eau :

$$C^6H^5.CO.CH^2.CO.CH^3 + 4H^2 = C^6H^5.CH^2.CH^2.CH^2.CH^3 + 2H^2O.$$

Le butylbenzène ainsi engendré est partiellement hydrogéné au contact du nickel en donnant de l'hexahydrobutylbenzène; mais cette dernière action n'a pas persisté, à cause des traces de chlore que contenait la dione traitée, et qui ont rapidement rendu le nickel incapable de réaliser la fixation d'hydrogène sur le noyau, sans toutefois affaiblir notablement son aptitude à produire la première réaction.

La tendance au dédoublement, qui caractérise les diones β, se manifeste par la scission de la molécule en deux tronçons $C^6H^5.CO-$ et $CH^3.CO.CH^2-$, qui s'hydrogènent pour leur propre compte et fournissent : le premier du toluène, le second de la propanone et par suite le propanol secondaire correspondant. On a

$$C^6H^5.CO.CH^2.CO.CH^3 + 3H^2 = C^6H^5.CH^3 + CH^3.CO.CH^3 + H^2O.$$

En résumé, l'hydrogénation directe sur le nickel des diones aromatiques étudiées a lieu principalement selon un mécanisme semblable à celui qui règle l'hydrogénation directe des cétones simples aromatiques et conduit dans tous les cas à la formation d'hydrocarbures (Darzens, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 868).

M. **Maurice Levy** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. *Marchis*, intitulé : *Production et utilisation des gaz pauvres*, dont il a écrit la Préface.

M. **Lortet** fait hommage à l'Académie de la troisième Partie des travaux qu'il publie en collaboration avec M. *C. Gaillard*, sous le titre : *La faune momifiée de l'ancienne Égypte et recherches anthropologiques*.

M. **Adolf von Baeyer** fait hommage à l'Académie de deux Volumes de ses *Gesammelte Abhandlungen*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Exercices simplifiés de Chimie*, par M. A. Mermet. (Présenté par M. Troost.)

2° *Les hydrates de carbone, leur transformation. Étude de physiologie pathologique*, par F.-W. Pavy. (Présenté par M. Bouchard.)

3° Plusieurs feuilles des *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz*.

4° *Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie*, par E. de Martonne.

5° *La Science séismologique*, par M. de Montessus de Ballore.

6° *Traité de Géologie*. I. *Les phénomènes géologiques*, par M. Émile Haug. (Présenté par M. Michel Lévy.)

MM. **Adolf von Baeyer**, **Bierry**, **Tommaso Boggio**, **Bonneville**, **Pierre Breteau**, **F. Brunet**, **Jean Brunhes**, **Jean Charcot**, **A. Cotton**, **Paul Crepin Bourdier de Beauregard**, **Marcel Delépine**, **Pierre Duhem**, **Federigo Enriques**, **J.-H. Fabre**, **Jaime Ferrán**, **Gayde**, **Gonnessiat**, **Grimbert**, **F. Guiart**, **H. Guillemard**, **Hamonet**, **C. Houdard**, **Arthur Korn**, **Jules Künckel d'Herculais**, **Lacassagne**, **P. Langevin**, **Giuseppe Lauricella**, **Émile Lemoine**, **Th. Lewis**, **A. Mailhe**, **Lucien March**, **E.-A. Martel**, **Mathias**, **F. de Mély**, **F. Mesnil**, **M. Nicolle**, **Paris**, **A. Petot**, **Lucien**

Poincaré, **Etienne Rabaud**, **E. Regis**, **J. de Séguier**, **Francesco Severi**, **Paul Villard**, **Paul Woog** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux. Mme **Jules Béclard** adresse également des remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Sur la visibilité actuelle de l'anneau de Saturne*. Note de M. **J. Guillaume**, communiquée par M. Charles André.

M. Campbell a appelé dernièrement l'attention sur les phénomènes que présente l'anneau de Saturne dans sa période dite *d'invisibilité*.

Ces phénomènes sont de deux sortes : il y a d'abord la visibilité de l'anneau, alors que son plan passe entre la Terre et le Soleil, par un éclairement comparable à la lumière cendrée de la Lune, puis des granules brillants désignés par les différents observateurs qui les ont notés sous les appellations diverses de *taches brillantes*, *points* ou *nœuds lumineux*, *points brillants*, etc.

L'état du ciel ici ne m'a permis de voir Saturne que le 23 novembre. A cette date, de 5^h15^m à 5^h45^m T. m. P., j'ai constaté à notre équatorial coudé, avec les grossissements de 70, 365, 435 et 610, que l'anneau était nettement visible quoique très peu lumineux; l'anse orientale se voyait beaucoup mieux que l'occidentale qui était très ténue vers son extrémité ouest. J'ai constaté, en outre, des granules sur l'anse orientale, mais d'une façon intermittente seulement à cause, sans doute, de l'irrégularité de la définition; cette apparence était beaucoup plus difficile à saisir à l'ouest, ce que j'ai attribué surtout au voisinage gênant d'un satellite (Rhéa) qui s'éloignait du globe en longeant l'anneau, au sud, à une distance d'environ $\frac{1}{4}$ de seconde d'arc. La lumière de l'anneau était comparable à une lueur phosphorescente.

Ces phénomènes très intéressants ont été notés déjà par W.-C. Bond, en 1848, et des observations analogues faites par Secchi, en 1862, ont été communiquées à l'Académie dans sa séance du 14 juillet de la même année (voir *Comptes rendus*, t. LV, p. 92).

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Giacobini* 1907 *a*. Note de MM. **Giacobini** et **Javelle**, présentée par M. Bassot.

Grâce à une obligeante Communication de M. le Dr Weiss, l'éminent Directeur de l'Observatoire de Vienne, nous avons pu retrouver la co-

mète 1907 *a*, découverte par l'un de nous le 9 mars dernier, observée à Nice entre le 9 mars et le 30 avril 1907 et qui avait disparu ensuite derrière le Soleil. Nous avons obtenu les positions suivantes :

Dates. 1907.	Temps moyen de Nice.	Δα.	Δ℘.	Nombre de compar.	⋆.	Observat.
	h m s	m s	′ ″			
Décembre 4...	8.30.44	+0.10,99	+5.42,8	12:10	1	G
» 4...	10. 9.40	+2.34,15	+0.29,7	15:15	2	J
» 6...	7.56.44	+0.52,36	−2.50,8	16:10	3	G
» 6...	9.27.31	+0.40,46	−2.30,5	12:10	4	J
» 7...	6. 3.28	+3. 6,46	−2.50,8	15:10	5	J
» 7...	8.50. 3	+2.44,51	−1.57,8	12: 7	6	G

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1907,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	Cambridge (E.-U.), 1513	3.24. 0,06	+4,63	39.17.23,1	−12,6
2...	Cambridge (E.-U.), 1500	3.21.22,80	+4,61	39.23. 1,5	−12,8
3...	Cambridge (E.-U.), 1472	3.16.53,59	+4,57	39.39.59,7	−13,7
4...	Cambridge (E.-U.), 1472	3.16.53,59	+4,57	39.39.59,7	−13,7
5...	½ (Camb., 1436+Bonn, 2749)	3.11.44,91	+4,53	39.47. 4,2	−14,4
6...	½ (Camb., 1436+Bonn, 2749)	3.11.44,91	+4,53	39.47. 4,2	−14,4

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1907.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Décembre 4........	3.24.15,68	$\bar{1}$,534$_n$	39.22.53,3	$\bar{1}$,624
» 4........	3.24. 1,56	$\bar{2}$,843$_n$	39.23.18,4	0,021
» 6........	3.17.50,52	$\bar{1}$,584$_n$	39.36.55,2	$\bar{2}$,948
» 6........	3.17.38,62	$\bar{1}$,177$_n$	39.37.15,5	$\bar{1}$,966
» 7........	3.14.55,90	$\bar{1}$,774$_n$	39.43.59,0	0,204
» 7........	3.14.33,95	$\bar{1}$,367$_n$	39.44.52,0	$\bar{1}$,864

Remarques. — Les observations de M. Giacobini ont été faites à l'équatorial coudé de 0^m,40 d'ouverture; celles de M. Javelle, à l'équatorial de 0^m,76.

La comète, d'apparence stellaire, a un diamètre de 15″ environ et présente un noyau de 14e grandeur; elle est à la limite de la visibilité au coudé.

Ces observations donnent pour la correction de l'éphéméride, publiée par M. Weiss dans le n° 4218 des *Astronomische Nachrichten*, +16^s et +5′.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure du 14 novembre 1907, faite à l'Observatoire Fabra, à Barcelone.* Note de M. **J. Comas Solá**, présentée par M. Bigourdan.

Pendant toute la durée du phénomène, le temps a été splendide. Quoique l'image fût quelque peu agitée par le vent du NW, on pouvait faire les observations dans des conditions relativement assez bonnes. J'ai fait usage de l'équatorial double Mailhat de 38^{cm}, diaphragmé à 12^{cm}.

Comme il est naturel, le premier contact n'a pas pu être bien observé. J'ai eu la sensation d'avoir vu mordre la planète 26 secondes environ après le contact géométrique. Dans le Tableau ci-après, je donne entre parenthèses l'heure probable ou approchée du premier contact (temps moyen civil de Greenwich) :

	t observé O.	*t* calculé C.	O. — C.
	h m s	h m s	s
Premier contact........	(10.23.18,5)	10.23.49,0	—30,5
Deuxième contact......	10.25.49,5	10.26.28,7	—39,2
Troisième contact......	13.47.58,5	13.47.41,5	+17,0
Quatrième contact.....	13.50.29,5	13.50.21,1	+ 8,4

La durée du passage, d'après l'observation, a été de $3^h 26^m 32^s,1$ et, selon le calcul, de $3^h 27^m 11^s,0$, ce qui donne :

$$O - C = +38^s,9.$$

Le temps compris entre le troisième et le quatrième contact, selon le calcul, devait être de $2^m 39^s,6$ et, selon l'observation, il a été de $2^m 31^s,0$. Cette différence porterait le diamètre apparent de Mercure, en se rapportant aux données de la *Connaissance des Temps*, à $9'',25$.

Par suite d'avarie du tambour du micromètre, je n'ai pu faire que cinq bonnes mesures du diamètre équatorial, qui sont d'ailleurs assez concordantes. La moyenne donne $8'',94$. La forme sensible de Mercure était tout à fait celle d'un cercle.

Je n'ai vu aucune auréole autour de la planète ni aucun point lumineux sur le disque. Seulement, dans les moments où l'image était très mauvaise, on voyait une invasion de lumière dans le disque, ce qui produisait l'effet d'une auréole lumineuse intérieure. Il va sans dire que cet effet est purement subjectif.

Le disque de la planète apparaissait bien plus foncé que le noyau des taches solaires,

même les plus dépourvues de voiles. Mercure n'a pas été visible projeté sur la couronne ou sur la chromosphère solaire.

Je n'ai pas vu la moindre trace de ligament noir. Seulement, quand la planète était assez près du second contact intérieur, elle a montré une déformation passagère, affectant la forme d'une poire, dont la partie pointue se dirigeait vers le bord du Soleil. Cet effet est aussi tout à fait subjectif.

Les heures des chronomètres d'observation ont été contrôlées par comparaison avec la pendule sidérale de Dent, et celle-ci par des observations de passages au grand cercle méridien. L'erreur des chronomètres ne peut dépasser la demi-seconde. La seule cause d'erreur relative est la longitude de l'Observatoire, qui est encore seulement provisoire; mais cette erreur ne paraît pas dépasser la seconde de temps.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certaines surfaces réglées.* Note de M. **Tzitzéica.**

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 10 juin 1907) je me suis occupé des surfaces S dont la courbure totale en chaque point M est proportionnelle à la quatrième puissance de la distance d'un point fixe O au plan tangent en M. J'ai énoncé en particulier la propriété importante des surfaces S, de rester des surfaces S après une transformation linéaire de l'espace qui ne change pas le plan de l'infini.

Je suis parvenu à trouver une propriété *caractéristique* des surfaces S *réglées*, que l'on peut prendre, par conséquent, comme définition de ces surfaces, et dans laquelle n'interviennent plus les éléments métriques, comme la courbure totale ou la distance d'un point à un plan. J'indique ici succinctement la voie que j'ai suivie pour obtenir ce résultat.

I. Si l'on écrit que la surface réglée définie par les formules

$$(1) \qquad x = a_1 u + b_1, \qquad y = a_2 u + b_2, \qquad z = a_3 u + b_3,$$

où les a et les b désignent des fonctions d'une variable v, est une surface S, on obtient les relations suivantes :

$$(2) \qquad |b_1, a_1, a'_1| = 0, \qquad |a'_1, a_1, b'_1| = C|b_1, a_1, b'_1|^2,$$

dans lesquelles nous avons réduit les déterminants qui s'y présentent à leur première ligne, et nous avons désigné par C une certaine constante et par a', b' les dérivées de a et b. L'étude des relations (2) conduit au résultat suivant :

On peut, à l'aide d'un changement des variables u et v, prendre

$$a_i = \varphi_i(v), \qquad b_i = \frac{d\varphi_i}{dv} = \varphi_i'(v) \qquad (i = 1, 2, 3),$$

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ étant trois intégrales linéairement indépendantes d'une équation différentielle de la forme

$$(3) \qquad \varphi'''(v) + A(v)\varphi(v) = 0.$$

Le même résultat aurait pu s'obtenir en appliquant directement la méthode indiquée dans ma Note mentionnée. On obtient de cette manière toutes les surfaces S réglées.

II. On sait que sur chaque surface il y a une ligne formée par les points où l'on peut mener une tangente qui coupe la surface en quatre points confondus au point de contact; c'est ce que les géomètres anglais appellent la *ligne flecnodale* de la surface. M. Voss et surtout M. Wilczynski dans son Ouvrage récent (*Projective differential Geometry of curves and ruled surfaces*) ont étudié les lignes flecnodales des surfaces réglées. Si l'on suppose que pour une surface réglée les deux branches de cette ligne sont confondues en une courbe *plane* C_y décrite par le point P_y de coordonnées tétraédriques y_1, y_2, y_3, y_4, les y étant des fonctions d'une variable v, et que chaque génératrice de la surface coupe une certaine ligne asymptotique C_z en un point $P_z(z_1, z_2, z_3, z_4)$, où les z sont par conséquent aussi des fonctions de v, on trouve que, par un choix convenable de la variable v, de l'asymptotique C_z et des facteurs par lesquels on peut multiplier les y et les z, l'on peut considérer ces fonctions comme des intégrales d'un système de la forme

$$(4) \qquad y'' - z' = 0, \qquad z'' + A(v)y = 0.$$

En comparant ce système (4) à l'équation (3), on obtient le résultat suivant que je voulais atteindre :

Les surfaces S *réglées ont les deux branches de la ligne flecnodale confondues suivant la courbe de l'infini de la surface. Ce sont les seules surfaces réglées qui jouissent de cette propriété.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la permutation des intégrales d'un système d'équations différentielles.* Note de M. A. BUHL, présentée par M. H. Poincaré.

Dans les *Comptes rendus* du 4 novembre, M. C. Popovici revient sur des recherches concernant les opérateurs qui permutent les intégrales d'un système d'équations

$$\frac{dx_1}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \ldots = \frac{dx_n}{X_n}, \tag{1}$$

recherches qui firent en 1901 l'objet de ma Thèse et de différents Mémoires dus notamment à MM. de Donder et Saltykov.

J'ai constaté que ces études rentraient dans la théorie des groupes de Lie; on trouve, en effet, quelque chose d'analogue dans les *Vorlesungen über Differentialgleichungen* de Lie et Scheffers (1891, p. 313 et suivantes). Malgré cela, l'utilité d'une méthode directe subsiste, ce que la Note de M. Popovici prouve à nouveau. La théorie en litige peut se construire en partant de considérations élémentaires et immédiates, tandis que, dans l'Ouvrage précité, le seul fait de ne la rencontrer qu'à la page 313 porte à croire qu'elle dépend de préliminaires assez longs.

Aussi, à côté des intéressantes remarques de M. Popovici, je désire en faire quelques autres.

Les résultats peuvent prendre une forme remarquablement symétrique que je crois nouvelle.

Reprenons le système (1) ou, ce qui est plus commode, l'équation

$$X(f) = X_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + X_2 \frac{\partial f}{\partial x_2} + \ldots + X_n \frac{\partial f}{\partial x_n} = 0. \tag{2}$$

Soient $\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_{n-1}$ ses intégrales et Φ_n une fonction telle que $X(\Phi_n) = 1$.

Considérons le multiplicateur de Jacobi

$$D = \frac{\partial(\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_{n-1}, \Phi_n)}{\partial(x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}, x_n)}$$

qui permet d'écrire (2) sous la forme

$$\frac{1}{D} \frac{\partial(\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_{n-1}, f)}{\partial(x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}, x_n)} = 0. \tag{3}$$

Soit maintenant un opérateur

$$Y(f) = Y_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + Y_2 \frac{\partial f}{\partial x_2} + \ldots + Y_n \frac{\partial f}{\partial x_n}.$$

S'il est tel que $X[Y(f)] = Y[X(f)]$, on voit immédiatement que $Y(f)$ sera une intégrale de (2) toutes les fois que f en sera une. Or, cette condition prend une forme très simple si l'on prend pour variables les Φ à la place des x.

Les opérateurs X et Y deviennent respectivement

$$\frac{\partial f}{\partial \Phi_n} \quad \text{et} \quad Y(\Phi_1)\frac{\partial f}{\partial \Phi_1} + Y(\Phi_2)\frac{\partial f}{\partial \Phi_2} + \ldots + Y(\Phi_n)\frac{\partial f}{\partial \Phi_n}.$$

En écrivant qu'ils sont permutables, on a l'équation

$$\frac{\partial Y(\Phi_1)}{\partial \Phi_n}\frac{\partial f}{\partial \Phi_1} + \frac{\partial Y(\Phi_2)}{\partial \Phi_n}\frac{\partial f}{\partial \Phi_2} + \ldots + \frac{\partial Y(\Phi_n)}{\partial \Phi_n}\frac{\partial f}{\partial \Phi_n} = 0,$$

qui est satisfaite si l'on annule les coefficients en posant

$$Y(\Phi_1) = F_1, \qquad Y(\Phi_2) = F_2, \qquad \ldots, \qquad Y(\Phi_n) = F_n,$$

les F étant des fonctions arbitraires de $\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_{n-1}$, mais non de Φ_n.

Ces n relations déterminent les coefficients Y_i, que j'appelais dans ma Thèse les *fonctions adjointes* des X_i, de telle sorte que l'opérateur $Y(f)$ peut finalement se mettre sous la forme, qui, à mon avis, est nouvelle,

$$\frac{1}{D}\left|\begin{array}{cccc|c} & & & & F_1 \\ & D & & & F^2 \\ & & & & \ldots \\ & & & & F_n \\ \hline \frac{\partial f}{\partial x_1} & \frac{\partial f}{\partial x_2} & \ldots & \frac{\partial f}{\partial x_n} & 0 \end{array}\right|.$$

Égalé à zéro, cet opérateur constitue, à son tour, une équation dont les intégrales sont permutées par l'opérateur X, c'est-à-dire par le premier membre de (3).

C'est là le théorème réciproque important en pratique.

M. Popovici parle de la généralisation que l'on obtient en cherchant un opérateur Y satisfaisant à la condition

$$X[Y(f)] - Y[X(f)] = \lambda X(f).$$

Certainement, $Y(f)$ est encore une solution de $X(f) = 0$, si f en est une, mais malheureusement le théorème réciproque disparaît.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction* $D(\lambda)$ *de Fredholm.* Note de M. T. **Lalesco**, présentée par M. Émile Picard.

Aux résultats énoncés dans une Note précédente on peut adjoindre les remarques suivantes :

1. Considérons une équation de Fredholm quelconque

$$\varphi(x) + \lambda \int_a^b f(x, s)\, \varphi(s)\, ds = F(x), \tag{1}$$

soit $f_p(x, s)$ le noyau obtenu de $f(x, s)$ par $p - 1$ itérations successives et $k_p = \int_a^b f_p(s, s)\, ds$.

La condition nécessaire et suffisante pour qu'à l'équation (1) corresponde exactement n fonctions singulières est qu'on puisse trouver n quantités $a_1, a_2, \ldots, a_n$ telles que, pour $p > 2$, on ait

$$k_p = a_1^p + a_2^p + \ldots + a_n^p.$$

S'il n'y a aucune racine, on retombe sur un résultat déjà énoncé.

Ce criterium permet de trouver immédiatement un théorème de M. D. Hilbert sur la même question dans le cas d'un noyau symétrique; mais on peut voir aussi facilement qu'il n'est plus vrai pour un noyau non symétrique. Voici un exemple dû à M. E. Goursat.

Prenons $f(x, s)$ égale à la série uniformément convergente entre a et b :

$$\begin{aligned} &a_1 \sin x \sin y + a_2 \sin 2x \sin 2y + \ldots + a_n \sin nx \sin ny \\ &\quad + a_{n+1} \sin(n+1)x \cos(n+1)y + \ldots \\ &\quad + a_{n+p} \sin(n+p)x \cos(n+p)y + \ldots; \end{aligned}$$

on a immédiatement

$$k_p = a_1^p + a_2^p + \ldots + a_n^p.$$

Il n'y a donc que n fonctions singulières. Dans le même ordre d'idées, on obtient un exemple extrêmement simple d'une équation de Fredholm sans aucune fonction singulière en prenant $f(x, s) = \varphi_1(x)\varphi_2(s)$, φ_1 et φ_2 étant deux fonctions orthogonales dans l'intervalle ab.

2. Dans le cas où l'on a

$$f(x, s) = \frac{\psi(x, s)}{(x - s)^\alpha} \qquad 0 < \alpha < 1, \tag{2}$$

on peut toujours définir la fonction $D(\lambda)$ correspondante en supprimant un certain facteur exponentiel. Si $\alpha < \frac{1}{2}$, on sait que M. D. Hilbert, par un artifice ingénieux, a supprimé le facteur $e^{k_1\lambda}$. Dans le cas général, soit $\frac{r}{r+1}$ le quotient de deux entiers consécutifs immédiatement supérieur α; en supprimant le facteur

$$e^{k_1\lambda - k_2\frac{\lambda^2}{2} + \ldots + (-1)^{n+1}k_n\frac{\lambda^n}{n}},$$

on obtient une fonction $D(\lambda)$ qui a un sens. Cela posé, la fonction entière ainsi obtenue a un ordre ν limité. Si la fonction $\psi(x, s)$ satisfait dans le carré (ab, ab) à la condition de Lipschitz, cet ordre est plus petit que $r+1$; dans le cas général on peut affirmer qu'il est au plus égal à $3r$. Le criterium précédent est applicable; il suffira de remplacer 2 par ν.

Une conséquence de ce résultat est que le théorème de M. D. Hilbert, étendu aux noyaux de la forme (2) où $\psi(x, s)$ désigne une fonction symétrique de x et s, seulement pour $\alpha < \frac{1}{2}$, est vrai pour toute valeur de $\alpha < 1$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles auxquels conduisent : 1° l'étude des déformations finies d'un milieu continu dans l'espace à n dimensions; 2° la détermination des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Émile Picard.

I. Un système différentiel, *résolu par rapport à certaines dérivées* (d'ordres positifs ou nuls) des fonctions inconnues qui s'y trouvent engagées, sera dit *complètement intégrable*, s'il admet un groupe d'intégrales, et un seul, répondant à des conditions initiales arbitrairement choisies.

Un système complètement intégrable étant donné, adjoignons aux diverses équations qui le composent toutes celles qui s'en déduisent par des différentiations d'ordres quelconques, puis considérons le groupe illimité des formules qui donnent la solution *numérique* générale du système ainsi prolongé, et où les diverses quantités *principales* se trouvent exprimées à

l'aide des variables indépendantes et des quantités *paramétriques*. Cela étant, nous dirons que le système complètement intégrable donné est de *forme ordinaire*, si, en attribuant à chacune des variables indépendantes une cote (unique) égale à 1, et à chacune des fonctions inconnues une cote (unique) convenablement choisie, les formules dont il s'agit satisfont toutes, sauf un nombre essentiellement limité d'entre elles, à la condition que le second membre de chacune ait une cote au plus égale à celle du premier membre correspondant (telle est, par exemple, une forme orthonome passive).

Nous nommerons, enfin, *arbitraire du genre h* une fonction arbitraire de h variables indépendantes (les constantes arbitraires sont, d'après cette définition, des arbitraires de genre zéro).

II. L'étude des déformations finies d'un milieu continu dans l'espace à n dimensions conduit, comme on sait, à la considération des $\frac{n(n+1)}{2}$ équations simultanées

$$\frac{\partial u}{\partial x_j}\frac{\partial u}{\partial x_k}+\frac{\partial v}{\partial x_j}\frac{\partial v}{\partial x_k}+\ldots+\frac{\partial w}{\partial x_j}\frac{\partial w}{\partial x_k}=\mu_{j,k},$$

où $u, v, \ldots, w$ désignent n fonctions inconnues de n variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_n$, (j, k) une *combinaison* de deux entiers, *distincts ou non*, pris dans la suite $1, 2, \ldots, n$, et $\mu_{j,k}(=\mu_{k,j})$ une fonction donnée des n variables indépendantes. Pour qu'un pareil système admette quelque groupe d'intégrales, il est nécessaire que les $\frac{n(n+1)}{2}$ fonctions données $\mu_{j,k}$ satisfassent identiquement à un système de $\frac{n^2(n^2-1)}{12}$ équations aux dérivées partielles du second ordre; et réciproquement, si les fonctions $\mu_{j,k}$ vérifient identiquement ces dernières, la solution générale du système proposé, aux inconnues $u, v, \ldots, w$, dépend de $\frac{n(n+1)}{2}$ constantes arbitraires. Les $\frac{n(n+1)}{2}$ fonctions $\mu_{j,k}$ se trouvant ainsi assujetties à vérifier certaines *conditions de possibilité*, si l'on se propose de rechercher *quels sont, dans le choix de ces fonctions, les éléments dont on peut disposer arbitrairement*, il suffit évidemment, pour résoudre la question, de mettre sous une forme complètement intégrable le système constitué par l'ensemble des conditions de possibilité, puis de fixer (à l'aide d'un procédé élémentaire que nous avons fait connaître) l'économie des conditions initiales dans la forme dont il s'agit : or, *une simple résolution d'équations linéaires fournit immédiate-*

ment, pour l'ensemble des conditions de possibilité, une forme complètement intégrable (qui, d'ailleurs, est ordinaire), et permet, en conséquence, de résoudre la question posée.

On peut, enfin, établir à ce sujet la proposition suivante : *Si, considérant le système formé par les conditions de possibilité, on le réduit, de façon quelconque, à une forme complètement intégrable qui soit ordinaire, il y a nécessairement, dans cette dernière, n inconnues entièrement arbitraires, et pas davantage.*

III. La détermination des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables conduit, comme on sait, aux $\frac{n(n-1)}{2}$ équations simultanées

$$\frac{\partial u}{\partial x_j}\frac{\partial u}{\partial x_k}+\frac{\partial v}{\partial x_j}\frac{\partial v}{\partial x_k}+\ldots+\frac{\partial w}{\partial x_j}\frac{\partial w}{\partial x_k}=0,$$

où $u, v, \ldots, w$ désignent n fonctions inconnues des n variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_n$, et (j, k) une *combinaison* de deux entiers *distincts* pris dans la suite $1, 2, \ldots, n$. Cela étant, *si l'on réduit, de façon quelconque, le système dont il s'agit à une forme complètement intégrable qui soit ordinaire, l'ensemble des conditions initiales relatives à cette dernière contient nécessairement, sans aucune arbitraire de genre supérieur à 2, $\frac{n(n-1)}{2}$ arbitraires de genre 2, et pas davantage;* quant aux arbitraires de genre 1 et 0, leurs nombres respectifs peuvent, moyennant une simple modification d'écriture dans les conditions initiales, surpasser tous entiers donnés.

MÉCANIQUE. — *Sur la Mécanique générale.* Note de MM. **Eugène et François Cosserat.**

Dans une Note précédente, nous avons montré comment la notion d'*invariant différentiel*, prise sous sa forme la plus simple, permet d'établir, avec une très grande généralité, la dynamique du point et du corps invariable. On peut construire exactement sur le même plan la statique et la dynamique du corps déformable. En outre, si l'on élargit la notion d'invariant différentiel de manière à y comprendre l'idée de *paramètre différentiel*, on reconnaît que la Physique théorique moderne est un prolongement immédiat, *au point de vue eulérien*, de la Mécanique proprement dite, et l'on se trouve

naturellement conduit aux doctrines électriques actuelles. Il est inutile d'insister sur l'intérêt d'une telle unification.

Nous donnerons en premier lieu quelques indications générales sur la statique et la dynamique du corps déformable *au point de vue lagrangien*. La définition géométrique d'un tel corps, établie de manière à satisfaire aux besoins actuels de la Science, peut être précisée comme il suit; on y retrouve la trace du concept atomique. Une ligne déformable est un ensemble continu de trièdres à un paramètre, une surface déformable un ensemble à deux paramètres, un milieu déformable un ensemble à trois paramètres ρ_i; quand il y a mouvement, il faut ajouter le temps t à ces paramètres géométriques ρ_i. Le lien qui existe entre les éléments du corps s'exprime par l'intégrale d'une fonction de deux éléments infiniment voisins dans le temps et dans l'espace, que nous appelons l'*action*. En introduisant la condition d'invariance dans le groupe des déplacements euclidiens, *la densité de l'action en un point d'un corps déformable a la forme remarquable que nous avons déjà rencontrée dans la dynamique du point et du corps invariable*. Soient, avec les notations des *Leçons* de M. Darboux, (ξ_i, η_i, ζ_i), (p_i, q_i, r_i) les vitesses géométriques de translation et de rotation du trièdre élémentaire et (ξ, η, ζ), (p, q, r) les vitesses analogues relatives au mouvement de ce trièdre; l'action est l'intégrale

$$\int_{t_0}^{t_1}\int\cdots\int W(\rho_i, t; \xi_i, \eta_i, \zeta_i, p_i, q_i, r_i; \xi, \eta, \zeta, p, q, r)\, d\rho_1, \ldots, d\rho_i, \ldots, dt.$$

La variation de cette action conduit à la *définition* de la quantité de mouvement, à celle de l'effort et du moment de déformation, à celle de la force et du moment extérieurs, enfin à celle de l'*énergie de déformation et de mouvement*.

Dans cette théorie, la statique devient entièrement autonome; il suffit de prendre une densité d'action W indépendante des vitesses (ξ, η, ζ), (p, q, r), c'est-à-dire de considérer un corps *sans inertie*, ou encore un corps doué d'inertie à condition de regarder la déformation comme une *transformation réversible* au sens de M. Duhem. Il suffit, d'autre part, de faire appel à la notion des *arguments cachés*, pour retrouver les concepts de la Mécanique classique, par exemple ceux de ligne flexible et inextensible, de surface flexible et inextensible, de corps invariable, ainsi que les théories moins particulières qui ont été proposées pour la ligne déformable depuis D. Bernoulli et Euler jusqu'à Thomson et Tait, pour la surface déformable depuis

Sophie Germain et Lagrange jusqu'à Lord Rayleigh, pour le milieu déformable depuis Navier et Green jusqu'à W. Voigt.

Les différents points de vue sous lesquels on a considéré jusqu'ici les liaisons peuvent être aussi rapprochés d'une manière instructive; à côté de la méthode de Lagrange se rangent la théorie des liaisons intérieures sous ses différents aspects, celle des liaisons qui se traduisent par des efforts et des moments de contact et celle des liaisons qui sont réalisées à distance. Ces dernières se présentent en premier lieu de la façon suivante : envisageons, pour fixer les idées, un système de deux points décrivant des trajectoires différentes; l'action contient six arguments, les vitesses des deux points et quatre autres invariants euclidiens; ces six arguments conduisent à la généralisation des lois de force à distance proposées par Newton, Weber et Clausius et en fournissent encore de nouvelles, qui ont échappé, semble-t-il, à la recherche des théoriciens de l'hypothèse moléculaire.

L'évolution des problèmes fondamentaux de la Mécanique et de la Physique peut être étudiée d'une manière très complète, comme nous aurons l'occasion de le montrer, avec la forme que nous donnons à l'action; la généralité de cette forme donne de plus le moyen d'embrasser non seulement les phénomènes critiques de la Dynamique, mais aussi ceux de la Statique, par exemple l'allure des solides dans l'état plastique ou voisin de la rupture, et celle des fluides sous de grands efforts. Dans les circonstances ordinaires, cette généralité peut être réduite par la considération de l'état infiniment voisin de l'état naturel; c'est un point dont nous avons déjà parlé dans notre Note précédente. Mais on peut encore supposer qu'une ou plusieurs dimensions du corps déformable deviennent infiniment petites et envisager ce qu'on appelle un *corps mince*. Cette notion a été développée en 1828 par Poisson et aussi, peu après, par Cauchy; leur but, comme celui de tous les élasticiens qui se sont occupés plus tard de cette question ardue, a été d'établir un passage entre les théories distinctes des corps à une, deux, trois dimensions. C'est à la discussion passionnée des recherches de Poisson et de Cauchy que se rattache une part très importante de l'œuvre de Barré de Saint-Venant et de Kirchhoff. Cependant ces savants, et depuis leurs disciples, n'ont pas dégagé la véritable difficulté de la question; cette difficulté consiste en ce que, *généralement, la valeur zéro du paramètre qui s'introduit n'est pas un point ordinaire, comme l'ont admis Poisson et Cauchy, ni même un pôle, mais un point singulier essentiel*. Il faut rendre d'ailleurs cette justice à Poisson qu'il avait pressenti l'existence d'un tel point critique; Poisson n'a donné aucune suite à cette idée, qui lui aurait permis de pré-

ciser la portée de ses résultats; on ne peut aujourd'hui la laisser de côté dans l'étude des principes fondamentaux de la Mécanique.

NAVIGATION. — *Sur un compas électromagnétique particulièrement propre aux blockhaus cuirassés et aux sous-marins.* Note de M. **Louis Dunoyer**, présentée par M. E. Guyou.

Les compas universellement employés jusqu'à ce jour dans la navigation sont essentiellement composés d'une aiguille aimantée mobile sur pivot. La construction de navires en fer et surtout de navires cuirassés a obligé, d'une part, à perfectionner la construction des équipages aimantés et, d'autre part, à serrer de plus près le problème de la compensation des forces perturbatrices que les masses de fer et d'acier du navire exercent sur le compas. Les noms de Poisson, de Sir Georges Airy et de Lord Kelvin, entre autres, sont attachés aux progrès réalisés dans ces directions. On peut considérer les roses Thomson, en usage dans les différentes marines, comme ayant atteint à peu près les limites de perfection dont une rose est susceptible.

Pourvu que la force directrice moyenne, en un point donné du navire, ait une valeur suffisante, on peut compenser les actions perturbatrices du navire au moyen d'aimants permanents et de globes de fer doux convenablement placés. Mais, dans certains endroits du navire où il serait particulièrement désirable de connaître à chaque instant le cap, par exemple dans les blockhaus cuirassés, la force directrice agissant sur la rose, une fois la compensation faite, est si faible, par suite de la raréfaction du champ que produit la paroi cuirassée du blockhaus, que la position d'équilibre de l'aiguille est très mal assurée. Un léger frottement du pivot sur la chape ou des vibrations un peu fortes troublent alors d'une manière très grave les indications du compas.

Sur les sous-marins, les difficultés sont encore plus grandes, à cause des perturbations que produisent sur le compas les courants, d'intensité variable, qui alimentent les moteurs.

Les solutions essayées pour remédier à cet état de choses ont consisté dans la transmission soit optique, soit mécanique, soit électromagnétique des indications d'un compas compensé installé dans un endroit abrité; mais aucun de ces essais n'a donné, jusqu'à présent, de résultats satisfaisants. On a essayé, sans succès, sur les sous-marins, de suppléer au compas par un gyroscope; on a dû se résigner à revenir aux compas magnétiques,

malgré les difficultés que présentent leur installation et leur emploi.

Dans l'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, l'équipage magnétique est remplacé par une bobine tournant autour d'un axe vertical, au moyen d'un moteur suffisamment éloigné. Sur cet axe est monté un tambour en ébonite, dont la périphérie est cerclée d'une bague de cuivre coupée en deux points diamétralement opposés; le diamètre qui joint ces coupures est parallèle au plan des spires de la bobine. Les extrémités du fil de cuivre de la bobine sont reliées aux deux moitiés de la bague de cuivre. Sur cette bague frottent, en deux points diamétralement opposés, deux balais solidaires du navire; ces balais sont reliés à un galvanomètre. L'induit tournant est placé en un point du navire où l'on estime le champ stable et compensable. Le galvanomètre récepteur est placé dans le blockhaus ([1]).

Le cadre de ce galvanomètre est mobile autour d'un axe horizontal parallèle au plan de symétrie longitudinal du navire et porte un miroir concave qui forme, sur une glace dépolie placée au-dessus, l'image d'un trait lumineux parallèle à son axe; lorsque l'induit ne tourne pas, cette image passe par le centre de la glace. J'appelle alors sa position Ox. Lorsque l'induit tourne avec une vitesse suffisante (10 à 20 tours par seconde) l'image lumineuse se déplace et prend une position d'équilibre distante de la première d'une longueur

$$y = A \sin \zeta,$$

ζ étant le cap au compas, A un coefficient qui ne dépend que des constantes électriques du circuit, du nombre de tours par seconde et de l'intensité du champ magnétique au centre de la bobine tournante. Pratiquement, la mesure de y ne permettrait donc pas, commodément du moins, de connaître ζ, car A varie avec la vitesse du moteur et avec la position géographique du navire.

Mais plaçons sur la même bobine tournante un second enroulement identique au premier reliés à deux demi-bagues identiques aux premières avec des coupures situées dans le même plan; sur ces demi-bagues frotte une paire de balais calés à angle droit des premiers, reliés à un deuxième galvanomètre identique au premier, mais mobile autour d'un axe transversal dans le navire. L'image lumineuse, également transversale, relative à ce

---

([1]) Postérieurement à mes premiers essais, j'ai eu connaissance d'un article de l'*Elektrotechnische Zeitschrift* (1901) où l'emploi d'une bobine tournante pour indiquer le cap en mer est proposé. Mais l'auteur ne semble pas s'être préoccupé d'une étude précise de la question.

deuxième galvanomètre, se déplace à partir du centre, quand la bobine tournante est en mouvement, d'une longueur

$$x = A \cos\zeta.$$

Donc

$$\frac{y}{x} = \tan\zeta.$$

Mais $\frac{y}{x}$ est aussi la tangente de l'angle que l'axe Ox, précédemment défini, fait avec le rayon vecteur qui joint le centre de la glace au point de croisement des traits lumineux. *C'est donc le cap au compas, connu ainsi directement.*

Si l'induit tournant, *ou transmetteur*, est placé en un point du navire où le champ ne soit pas troublé ou soit compensé, ce cap au compas est aussi le cap magnétique.

Le *récepteur* est placé dans le blockhaus, sous les yeux de l'homme de barre.

Sur les sous-marins, l'induit serait placé dans un tube de bronze émergeant de la coque du navire qui constitue ainsi pour l'induit un écran, au moins partiel, contre les variations du champ magnétique intérieur produit par les dynamos. Les dimensions restreintes du récepteur paraissent devoir être ici particulièrement appréciables.

Nous reviendrons prochainement sur la compensation de ce compas.

PHYSIQUE. — *Le nombre des électrons libres des métaux et la série électromotrice.* Note de M. V. SCHAFFERS.

Pour mettre d'accord avec l'expérience la formule classique $n^2 x = \sigma_\infty T$, M. L. Bloch a proposé récemment [1] de remplacer σ_∞ par σ_λ, tiré d'une formule de J.-J. Thomson. Cette substitution paraît moins avantageuse que l'introduction dans les calculs d'électrons des deux signes, proposée par Drude. Elle conduit, par exemple, à des valeurs N du nombre des électrons libres qui sont incompatibles avec la loi des forces électromotrices de contact $V_a - V_e = 18 \times 10^{-5} T \log_n \frac{N_e}{N_a}$, déduite par Drude de sa théorie électronique des métaux.

---

(1) *Libre parcours et nombre des électrons dans les métaux* (*Comptes rendus*, 4 novembre 1907, p. 754).

Or on peut assigner à N des valeurs, fonctions de constantes physiques connues, qui vérifient cette loi d'une manière satisfaisante. C'est ce que j'ai constaté, entre autres (à condition de multiplier par 6 le coefficient 18 de Drude), pour la formule empirique $N = K\frac{A}{\delta^2 \rho^{\frac{2}{3}}}$, où K est un coefficient de proportionnalité, A le poids atomique, δ le coefficient de dilatation thermique, ρ la résistivité au voisinage de 0°. La théorie électronique fait prévoir que la force électromotrice de contact doit dépendre de ces constantes, mais la forme de la relation précédente ne semble pas s'en déduire rigoureusement.

PHYSIQUE. — *Sur la condensation de la vapeur d'eau en présence de l'émanation du radium.* Note de Mme **Curie**, présentée par M. Lippmann.

J'ai montré dans un travail antérieur (1) que, quand un gaz sous pression atmosphérique contient de l'émanation du radium, la radioactivité induite en suspension dans le gaz se comporte comme une matière pesante. En même temps que les particules de cette matière diffusent vers les parois solides voisines pour s'y déposer, elles possèdent aussi un lent mouvement d'ensemble vers le bas qui se superpose à cette diffusion. J'ai montré aussi que le phénomène de chute est très affaibli et peut même se trouver supprimé quand le gaz est parfaitement desséché, et j'en ai conclu que la présence de la vapeur d'eau favorise la formation d'agglomérations ayant comme noyaux les particules de la radioactivité induite et pouvant atteindre une masse suffisante pour acquérir une vitesse de chute appréciable.

J'ai recherché si ces agglomérations peuvent devenir visibles et j'ai trouvé qu'effectivement l'air humide contenant de l'émanation du radium contient toujours un brouillard plus ou moins opaque et formé de gouttelettes plus ou moins fines. Ce brouillard invisible à la lumière ordinaire est facile à voir quand il est éclairé par la lumière de l'arc électrique.

Conformément à ce qui se produit pour la chute de la radioactivité induite, le brouillard ne demande pas pour sa formation que la vapeur d'eau soit saturante. Il se produit même dans le cas où l'air contient peu de vapeur d'eau, mais ne se produit plus quand le desséchage est parfait.

J'employais dans ces expériences de petits ballons de 35^{cm^3} à 50^{cm^3} de

(1) *Comptes rendus*, septembre 1907.

volume dans lesquels j'introduisais la quantité d'émanation maximum fournie par une solution de $0^g,05$ de chlorure de radium pur. Voici les conditions dans lesquelles j'ai observé la production de brouillard :

1° Le ballon contient quelques centimètres cubes d'eau distillée. Le brouillard d'abord opaque s'est formé peu à peu en gouttelettes plus grosses. Il est encore parfaitement visible, bien qu'affaibli, après 20 jours, alors que la quantité d'émanation présente est devenue 30 fois moins grande. La concentration de l'émanation dans le ballon à ce moment est à peu près la même que celle qui était réalisée dans certaines expériences où j'avais observé la chute de la radioactivité induite.

2° Le ballon contient une solution d'acide sulfurique dans l'eau à 43 pour 100 de SO^4H^2. La pression de vapeur d'eau de cette solution à la température ordinaire est environ la moitié de la pression de la vapeur d'eau saturante. Un brouillard s'est formé; il a été observé pendant 10 jours.

3° Le ballon contient des cristaux de phosphate de soude pour lesquels la pression d'équilibre de la vapeur d'eau à 17° est environ 1^{cm} de mercure. L'émanation a été introduite à l'état sec. Il s'est formé un brouillard très visible. Je rappellerai que le phosphate de soude est le sel que j'ai employé pour établir une pression de vapeur d'eau connue dans un gaz contenant de l'émanation et préalablement desséché, et que dans ces conditions l'action de la pesanteur sur le dépôt de la radioactivité induite est très notable.

4° Le ballon contient un peu d'anhydride phosphorique enfermé entre deux tampons de coton de verre dans un petit tube ouvert aux deux bouts. Lors de l'introduction de l'émanation séchée, un faible brouillard s'est produit (probablement à cause de l'imperfection du desséchage), mais ce brouillard disparut et n'était plus visible le lendemain, la vapeur d'eau ayant été absorbée par le desséchant.

5° Le ballon contient un peu d'éther de pétrole et un petit bloc d'anhydride phosphorique destiné à absorber les traces d'eau. L'émanation était introduite à l'état aussi sec que possible. Un brouillard notable s'est produit, a augmenté d'intensité et est devenu, le lendemain, bien plus fort que celui produit avec l'eau distillée.

La production du brouillard semble liée à la présence de la radioactivité induite dans le gaz. Les ballons dont je me sers contiennent deux électrodes de platine. Si entre ces électrodes on établit une différence de potentiel de quelques centaines de volts, le brouillard est rapidement balayé par le champ électrique et disparaît totalement.

Cette action du champ est en faveur de l'opinion que la condensation de la vapeur d'eau ne se produit pas sur les molécules de l'émanation, lesquelles, comme on sait, ne prennent aucun mouvement appréciable dans un champ électrique. On peut au contraire admettre que la condensation se fait sur les particules de la radioactivité induite, car on sait que dans un champ électrique celles-ci se meuvent rapidement vers la cathode et que, par cet effet, leur concentration dans le gaz devient très faible. Lors de la suppression

du champ, le brouillard se reforme progressivement; il est très visible au bout de 5 minutes et complètement reformé en 15 minutes. Sa formation correspond donc à celle du radium A, premier composant de la radioactivité induite.

Bien que le ballon soumis à l'observation ait été plongé dans un bain d'eau, la température n'était pas assez uniforme pour empêcher la production de remous dans le gaz. Ces remous empêchent l'observation d'un mouvement régulier des gouttes sous l'influence de la pesanteur ou du champ électrique. Je compte étudier ces mouvements au moyen d'un appareil plus approprié.

J'ai observé comment se comporte un ballon contenant de l'eau distillée et de l'air sans émanation. Si l'air contient des poussières, des nuages de gouttelettes sont soulevés dans le ballon lors de la moindre variation de température; mais ces gouttelettes se déposent rapidement, et, dès que les poussières ont ainsi été entraînées, de nouvelles gouttelettes ne se forment plus que très difficilement et en très petit nombre, même quand on produit exprès un échauffement local du liquide ou un refroidissement de la paroi pour favoriser la distillation. La même expérience répétée avec la solution d'acide sulfurique et avec l'éther de pétrole a donné le même résultat.

On peut conclure de cette première étude que les particules de la radioactivité induite du radium ont la propriété de condenser la vapeur d'eau saturante et même la vapeur d'eau non saturante, soit par attraction électrostatique, soit par affinité chimique. Le même phénomène a été observé pour la vapeur saturante de l'éther de pétrole, et je compte examiner aussi d'autres liquides.

Il faut remarquer que ce phénomène ne doit pas être confondu avec le phénomène connu de la condensation de la vapeur d'eau par les ions gazeux qui sont produits en grand nombre par l'émanation du radium. On sait, en effet, que la vapeur d'eau ne se condense sur ces ions que quand elle est assez fortement sursaturée par suite d'une détente brusque (quand sa pression devient momentanément quatre fois plus grande que la pression d'équilibre). En présence de l'émanation, au contraire, la condensation se produit pour la vapeur d'eau dont la pression est très inférieure à la pression de saturation.

PHYSIQUE. — *Sur le lithium contenu dans les minéraux radioactifs*. Note de M[lle] **Gleditsch**, présentée par M. Lippmann.

On sait que M. Ramsay a annoncé que l'émanation du radium transforme le cuivre en lithium. Il était donc intéressant de savoir si les minerais qui contiennent en même temps du cuivre et du radium contiennent aussi du lithium.

Sur la proposition de M[me] Curie, j'ai commencé; à ce point de vue, dans son laboratoire, l'analyse de quelques minerais radioactifs. Dans le dernier numéro de *Nature*, paru le 28 novembre 1907, M. Mc Coy indique, dans une lettre envoyée à ce journal, les résultats préliminaires de quelques recherches analogues, ce qui m'oblige à publier plus tôt que je ne l'aurais voulu les premiers résultats de mes expériences.

J'ai analysé une pechblende de Joachimsthal (Bohême) et j'ai trouvé, d'accord avec M. Mc Coy, que la pechblende contient du lithium, mais en très petite quantité. Dans 10^g de matière j'ai précipité d'abord les différents groupes de métaux, puis j'ai chassé les sels ammoniacaux, et dans le résidu, qui ne contient que les métaux alcalins, j'ai vu avec l'aide de spectroscope la raie rouge du lithium, distincte mais très faible. En même temps j'ai recherché la sensibilité de la réaction spectroscopique et j'ai trouvé qu'on peut voir la raie du lithium, quoique faible, dans un mélange de chlorure de lithium et de chlorure de sodium de 1 sur 10000.

J'ai l'intention de continuer ces recherches avec d'autres minerais radioactifs; je m'occupe en ce moment de doser le cuivre contenu dans ces minerais, pour déceler, si possible, un rapport entre le cuivre et le lithium.

PHYSIQUE. — *Flammes sonnantes et tubes à flammes à plusieurs sons.* Note (1) de M. **Athanasiadis**, présentée par M. Lippmann.

M. Majorana (2) a déjà remarqué qu'une flamme manométrique peut reproduire le son qui cause ses vibrations d'intensité. Il suffit pour cela de faire agir sur elle un courant d'air, par exemple en soufflant avec la bouche

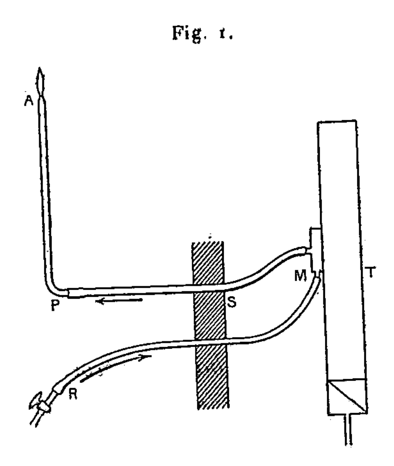
(1) Présentée dans la séance du 4 novembre 1907.
(2) Q. Majorana, *Si di una proprieta acustica delle fiamme manometriche* (*Il Nuovo Cimento*, 5e série, t. VII, 1904, p. 35).

ou avec un chalumeau. Ce phénomène est comparable à celui de l'arc chantant.

De nombreuses expériences nous ont amené à constater qu'une flamme manométrique convenablement réglée peut produire sans aucun soufflage un son perceptible à distance dont le nombre des vibrations est égal au nombre des vibrations de la membrane manométrique.

Flamme manométrique sonnante. — Pour le constater nous prenons un tuyau sonore T (*fig.* 1) portant dans un des nœuds une capsule manomé-

Fig. 1.



trique M. De ce tuyau part un tube de caoutchouc de 2^{mm}-3^{mm} au bout duquel est adapté un tube de verre effilé dont l'orifice a un diamètre de $0^{mm},8$-1^{mm}.

Quand le tuyau T porté sur une soufflerie parle, en réglant l'écoulement du gaz par le robinet R et en diminuant graduellement la hauteur de la flamme A, nous entendons un son provenant de la flamme, bien distinct et de la même hauteur que celui du tuyau. Ce son devient plus fort pendant qu'on diminue la hauteur de la flamme. Ainsi avec une flamme d'hydrogène nous entendons un son purement musical quand la flamme a une hauteur de 12^{mm}-15^{mm}; en modérant la flamme nous avons un son plus fort et criard et surtout quand la flamme réduite davantage rentre dans le tube de 3^{mm}-4^{mm}. Ce son est perceptible à une distance de 6^{m}-7^{m} et plus. Le même phénomène a lieu avec une flamme de gaz d'éclairage ou d'acétylène, mais dans ce cas le son est produit avec une flamme plus longue (2^{cm}-3^{cm}).

Pour ne pas confondre le son de la flamme avec celui du tuyau T, nous avons mis le tuyau dans une autre chambre, bien fermée, séparée par le

mur S (*fig.* 1), qui est traversé par les tubes RM et MP conduisant le gaz. Nous pouvons ainsi nettement entendre le son de la flamme.

Nous concluons de nos expériences que toute flamme manométrique convenablement réglée peut produire un son, dont l'intensité dépend de la longueur de la flamme et de la hauteur du son, ainsi que de la largeur des vibrations de la membrane manométrique et du diamètre de l'orifice du tube.

II. *Coexistence de deux sons.* — Une flamme manométrique peut produire en même temps deux ou plusieurs sons. Pour cela, nous avons pris deux tuyaux sonores (do_3 et sol_3) portant des capsules manométriques, dans lesquelles le gaz est conduit par un tube bifurqué, et deux autres tubes conduisant le gaz à la même flamme. En réglant la hauteur de la flamme, nous entendons le son (provenant de la flamme) soit du premier, soit du second tuyau, soit des deux simultanément, faisant parler les tuyaux par le courant de soufflerie. Nous pouvons aussi montrer la coexistence des deux sons par le miroir tournant.

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi des très basses températures pour l'analyse spectrale et pour l'étude des phénomènes magnéto-optiques dans les solutions.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait que les bandes d'absorption des corps solides deviennent aux très basses températures plus fines et en général beaucoup plus intenses qu'à la température ordinaire [1].

Il était important d'étendre ces résultats aux corps dissous et d'étudier les bandes d'absorption des *solutions solidifiées*, à la température de l'air liquide.

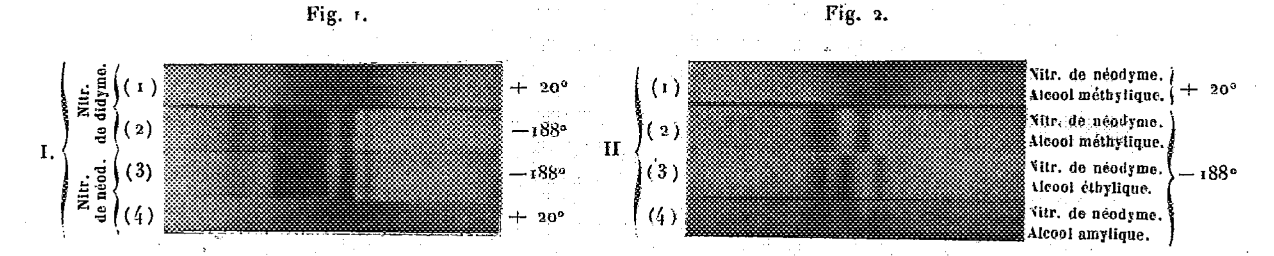
Les solutions des sels de terres rares, observées avec un spectroscope assez dispersif (grand réseau de Rowland, objectif de $1^m,30$), présentent, à la place des groupes de bandes assez nettes des cristaux contenant les mêmes corps, de larges bandes floues qui ont, dans les conditions ordinaires, un aspect plus ou moins dissymétrique, et à l'intérieur desquelles on entrevoit quelquefois plusieurs maxima.

---

[1] *Comptes rendus,* 25 février, 25 mars, 13 mai, 17 juin 1907. — *Le Radium,* t. IV, septembre 1907, p. 328.

Les solutions des nitrates de didyme, néodyme, erbium, samarium, dans les divers alcools, restent liquides jusqu'à très basse température, puis deviennent de plus en plus visqueuses et sont complètement solidifiées à une température inférieure à celle de l'air liquide. Les larges bandes observées à la température du laboratoire se trouvent, à $-188°$, séparées en nombreuses composantes parfois très nettes et intenses. La figure 1, qui représente ce phénomène, a été obtenue avec des solutions à 30 pour 100 de nitrate de didyme et de nitrate de néodyme dans l'alcool éthylique, l'épaisseur traversée étant de 3^{mm}; les spectres (1) et (4) représentent une bande (entre $570^{\mu\mu}$ et $585^{\mu\mu}$) à 20° et les spectres (2) et (3) la même bande, séparée en plusieurs composantes à $-188°$.

Fig. 1. Fig. 2.



La résolution des bandes d'absorption montre tout le parti qu'on peut tirer de l'analyse spectrale aux très basses températures pour la recherche et l'isolement des terres rares.

Ce phénomène permet également d'entreprendre, dans des conditions qui n'avaient pu encore être réalisées, l'étude de la variation du spectre d'un même corps, sous diverses influences. Je citerai comme exemples les observations suivantes :

Influence du solvant sur le spectre d'absorption. — Si l'on dissout une même proportion de nitrate de néodyme dans les alcools méthylique, éthylique et amylique, on obtient à $-188°$, dans le jaune-vert, les spectres représentés (*fig.* 2) en (2), (3) et (4) (concentration 10 pour 100, épaisseur 3^{mm}). Les bandes des solutions éthylique et amylique se retrouvent dans les deux spectres avec de légers déplacements dans un sens ou dans l'autre; au contraire, les groupes de bandes des solutions méthylique et éthylique sont très différents.

En mélangeant les solutions méthylique et éthylique, on observe un effet très inattendu. Les bandes se distinguent en deux sortes : les unes, comprenant toutes les bandes d'un groupe (515 à 525) et quelques bandes du groupe jaune-vert, gardent sensiblement la même intensité et occupent, entre les posi-

tions extrêmes qui correspondent aux solutions séparées, une position intermédiaire dépendant de la proportion des deux alcools; au contraire les autres bandes, parmi lesquelles se trouvent les principales bandes du groupe jaune-vert, se mélangent, en subissant de légers déplacements, et leur intensité dépend de la proportion de la solution à laquelle elles appartiennent. Pour ces bandes les spectres des deux solutions se superposent en restant distincts.

Influence de la concentration. — On observe, pour quelques bandes du nitrate de néodyme, une très légère diminution de la longueur d'onde, quand la concentration augmente. Par exemple, pour la bande principale du groupe vert ($522^{\mu\mu},9$ pour une solution éthylique à 30 pour 100), le déplacement est d'environ $0^{\mu\mu},1$ lorsque la concentration passe de 5 à 70 pour 100.

Influence des variations de température sur la position des groupes de bandes. — Les groupes sont rejetés du côté du violet dans la solution solidifiée. Le déplacement d'ensemble du groupe vert-jaune du nitrate de néodyme est de $2^{\mu\mu}$ à $3^{\mu\mu}$ entre 20° et — 188° (*fig.* 1 et 2). Le groupe vert est beaucoup moins déplacé.

En examinant le spectre pendant le réchauffement et la liquéfaction de la solution, je n'ai observé aucun changement brusque correspondant au changement d'état de l'alcool.

Déplacement des bandes sous l'influence d'un champ magnétique. — Plaçons une solution de nitrate de néodyme à la température de l'air liquide dans un champ magnétique parallèle au faisceau lumineux, et disposons devant la fente du spectroscope une lame quart d'onde suivie d'un rhomboèdre de spath permettant d'obtenir deux plages contiguës et d'analyser deux vibrations circulaires inverses. Sous l'action d'un champ intense, on voit quelques bandes se déplacer en des sens opposés dans les deux plages. La bande donnant le résultat le plus net est la bande fine et intense du groupe vert ($522^{\mu\mu},9$ en solution éthylique) : le décalage entre les deux composantes est de $0^{\mu\mu},05$ pour 14000 gauss. Les deux bandes voisines, plus floues ($521^{\mu\mu},9$ et $523^{\mu\mu},9$), ont des déplacements du même ordre de grandeur. Le sens du phénomène correspond, pour ces trois bandes, à des électrons négatifs.

Dans le groupe jaune-vert, on trouve deux bandes ($581^{\mu\mu},5$ et $583^{\mu\mu},1$, solution éthylique) qui se déplacent très légèrement ($0^{\mu\mu},01$ à $0^{\mu\mu},02$ pour 14000 gauss) dans le sens qui correspondrait à des électrons positifs.

Il est très remarquable de trouver dans les solutions, comme dans tous les cristaux, deux sens opposés de déplacement, alors que dans les vapeurs

présentant l'effet Zeeman, on a obtenu pour toutes les bandes des déplacements de même sens, correspondant à des charges négatives.

Les déplacements très faibles sont visibles par le balancement des bandes observé en inversant rapidement plusieurs fois de suite le sens du champ.

Les bandes sensibles du groupe vert se retrouvent dans les diverses solutions alcooliques et les déplacements ne semblent pas dépendre du solvant. La bande $581^{\mu\mu},5$ de la solution éthylique se retrouve à peine déplacée, mais beaucoup plus fine et plus faible dans la solution méthylique, et paraît dans cette dernière solution posséder la même sensibilité à l'action du champ magnétique.

L'addition de 50 pour 100 de perchlorure de fer, corps très magnétique, ne modifie pas visiblement les décalages entre les composantes.

Dans une solution assez concentrée (70 pour 100), un notable pouvoir rotatoire magnétique négatif peut être observé, à l'intérieur de la bande sensible $522^{\mu\mu},9$, par les méthodes précédemment exposées.

Si on laisse la solution se réchauffer, *on peut encore observer après la liquéfaction de l'alcool le déplacement de la bande* $522^{\mu\mu},9$. Mais, à la température ordinaire, les bandes empiètent beaucoup trop les unes sur les autres pour que l'on puisse entrevoir leurs modifications dans un champ magnétique.

L'ensemble de ces résultats montre l'intérêt qui se rattache à l'étude des spectres d'absorption aux très basses températures.

ÉLECTRICITÉ. — *Propagation des courants téléphoniques sur les lignes souterraines.* Note [1] de MM. HENRI ABRAHAM et DEVAUX-CHARBONNEL, présentée par M. J. Violle.

1. ÉTUDE DU COURANT A L'ARRIVÉE SUR UNE LIGNE DE TRÈS GRANDE LONGUEUR. — Nous avons vu précédemment [2] qu'une ligne extrêmement longue à fil double se comporte *au départ*, vis-à-vis d'une force électromotrice sinusoïdale, comme une capacité γ et une résistance ρ en série. Les valeurs absolues sont $\gamma = 0,77$ microfarad et $\rho = 420$ ohms pour les lignes souterraines du réseau de Paris.

Les lois générales des courants indiquent qu'une telle ligne doit aussi se

[1] Présentée dans la séance du 25 novembre 1907.

[2] *Comptes rendus,* t. CXLV, 1907, p. 867.

comporter *à l'arrivée*, vis-à-vis des différents appareils qu'elle a à actionner, comme une source ayant une force électromotrice d'amplitude déterminée et possédant une résistance et une capacité intérieures précisément égales aux valeurs ρ et γ mesurées *au départ*.

Nous avons vérifié, notamment sur une ligne longue de $58^{km},3$, que cette règle permet effectivement de calculer à l'avance, à quelques centièmes près, en intensité et en phase, le courant absorbé à l'arrivée par un appareil dont les constantes L, C, R sont données.

2. Propagation le long de la ligne. — Pour étudier la propagation le long d'une ligne infiniment longue, nous avons fait des mesures sur des lignes réelles de différentes longueurs, que nous faisions toujours suivre d'une capacité et d'une résistance choisies de manière à former une ligne artificielle équivalente à la ligne infinie. Les appareils étaient intercalés entre la ligne réelle et la ligne artificielle.

Si nous représentons par R et C la résistance et la capacité par unité de longueur de la ligne, les lois théoriques de la propagation d'un courant sinusoïdal sont

$$E = E_0 e^{-\alpha x} \cos(\omega t - \alpha x),$$
$$rI = E_0 e^{-\alpha x} \cos\left(\omega t - \alpha x - \frac{3\pi}{4}\right)$$

avec

$$r = \sqrt{\frac{R}{\omega C}} \qquad \text{et} \qquad \alpha = \sqrt{\frac{\omega CR}{2}}.$$

On voit tout d'abord que les amplitudes doivent varier en progression géométrique le long de la ligne, pendant que les phases varieront en progression arithmétique. Cela était à peu près évident, *a priori*, sans théorie mathématique.

Mais les formules montrent quelque chose de plus : c'est que la même constante, α, doit définir ces deux variations d'amplitude et de phase. Si donc on a mesuré, par exemple, la phase αx à la distance x de l'origine, on doit pouvoir en déduire l'amplitude et la phase à toute distance. Le Tableau ci-après donne les valeurs ainsi calculées et les valeurs observées, à différentes distances, pour le rapport entre l'intensité au départ et l'intensité à l'arrivée, ainsi que pour la différence entre la phase à l'arrivée et la phase au départ, la fréquence étant de 500 périodes par seconde :

Distance à l'origine.	Rapport des intensités		Différence de phase	
	observé.	calculé.	calculée.	observée.
km			°	°
16,4	2,4	2,5	52	49
37	8	7,5	114	115
58,3	21,5	23	180	180 (base)

Nous avons encore vérifié que les phases et les rapports observés restaient les mêmes, quelle que fût l'amplitude de la force électromotrice, qui a varié de 0,2 volt à 2,5 volts.

Influence de la fréquence. — La théorie indique que le coefficient α, qui règle à la fois l'amortissement du courant et les variations de la phase le long de la ligne, doit varier lui-même proportionnellement à la racine carrée de la fréquence.

Des mesures ont été faites sur la ligne de $58^{km},3$ avec des courants à 500 et à 250 périodes. Voici la comparaison des formules et de l'expérience :

Nombre de périodes par seconde.	Rapport des intensités		Différence de phase	
	observé.	calculé.	observée.	calculée.
250	9,4	9,2	122°	127°
500	21,4	23	180°	180° (base)

Toutes ces mesures pourront contribuer à préciser des faits que révèle l'usage journalier du téléphone : les lignes souterraines ne sont utilisables que pour des distances modérées; la hauteur des sons a une influence considérable sur la puissance des transmissions à grande distance; les voix graves sont mieux transmises que les voix aiguës, et la ligne absorbe les harmoniques élevés.

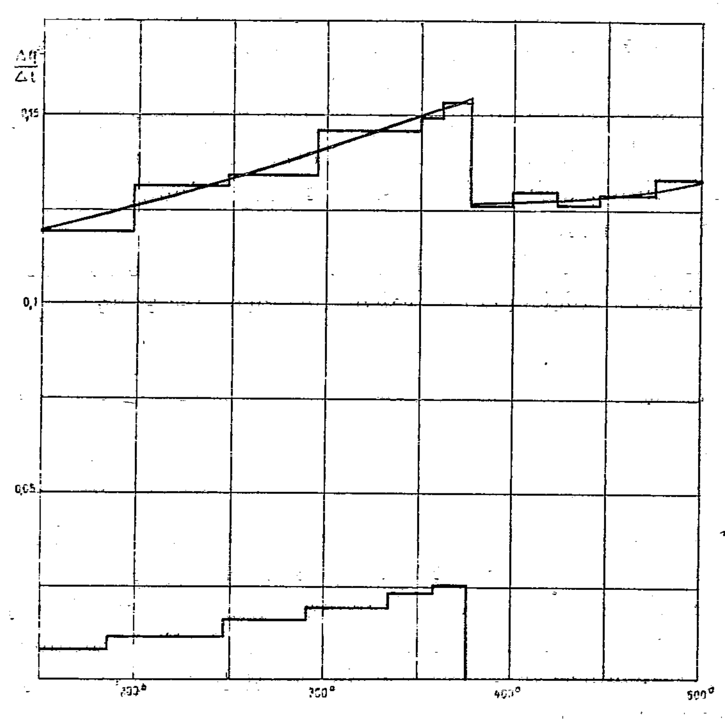
Si la téléphonie est néanmoins possible, avec des lignes souterraines, à des distances encore assez grandes, malgré l'altération profonde de la parole, cela tient d'abord à l'extrême sensibilité de l'oreille et surtout à ce que celui qui écoute devine les mots plus qu'il ne les entend.

MAGNÉTISME. — *L'intensité d'aimantation à saturation du fer et du nickel.* Note de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

On ne possède que des renseignements contradictoires sur l'intensité d'aimantation à saturation des métaux. La première exploration d'Ewing (¹),

(¹) Ewing and Low, *Phil. Trans.*, t. CLXXX, 1899, A, p. 221.

encore peu précise, semble indiquer pour le fer une intensité constante et voisine de 1700, de 3000 à 20000 gauss, les expériences de du Bois et Taylor Jones (¹) une valeur fortement croissante entre 5000 et 15000 gauss, et atteignant 1850. Toutes ces expériences sont influencées par le voisinage du fer de l'électro-aimant dans lequel la distribution de l'aimantation est incertaine. J'ai opéré dans des entrefers plus étendus.



Première méthode. — Entrefer de 35^{mm} entre pièces polaires coniques de 15^{cm} de diamètre. Introduction et extraction d'une tige de fer de 4^{mm} de diamètre, passant dans 10 tours induits fixes, par une perforation axiale de 4^{mm} de l'électro-aimant.

H gauss.	Suède (Kohlsva).	Fer doux I (du commerce)	Fer doux II (du commerce)
980	1718	1699	1711
1980	1722	1706	1715
4050	1723	1706	1718
7900	1727	1707	1715
10550	1727	1706	1715
11900	1723	1704	1712
14700	1721	1701	1708

(¹) Du Bois et Taylor Jones, *Elektrot. Zeitschr.*, t. XXIV, 1890, p. 293.

La saturation est donc sensiblement atteinte à 2000 gauss; la faible décroissance de 0,3 pour 100 dans les champs intenses est probablement l'indice du résidu de la cause d'erreur mentionnée ci-dessus.

Deuxième méthode. — Un petit solénoïde placé dans l'axe de l'entrefer de 40^{mm} entre pièces polaires planes de 15^{cm} forme la bobine induite. On introduit par la perforation axiale un ellipsoïde de révolution allongé de fer ou de nickel, dont les axes ont 4^{mm} et 9^{mm}. La masse de matière magnétique déplacée étant minime, on évite toute répercussion sur les pièces polaires. La position de chaque spire du solénoïde a été relevée avec la machine à diviser. J'ai trouvé ainsi :

H gauss.	Fer densité 7,860 $t = 16^{\circ}$.	H gauss.	Nickel densité 8,847 $t = 19^{\circ},3$.
450	1723,4	450	488,1
770	1728,9	1420	495,4
1740	1730,5	3850	496,0
4210	1731,3	6320	497,0
5210	1730,9	7320	497,1
6600	1731,3	8810	497,1

Les champs ont été corrigés des champs démagnétisants des ellipsoïdes. Le fer est le même fer très doux de Suède (Kohlsva); le nickel est obtenu par décomposition du nickel-carbonyle, donc exempt d'impuretés métalliques.

J'estime que les intensités d'aimantation à saturation du fer et du nickel à la température ordinaire sont données par 1731 et 497, à 0,5 pour 100 près.

PHYSIQUE. — *Application de la loi de Poiseuille à la mesure des pressions élevées.* Note de M. **A. Perot**, présentée par M. Amagat.

La construction d'un manomètre précis pour les pressions élevées, de plusieurs centaines de kilogrammes, n'est pas sans présenter des difficultés considérables, d'ailleurs surmontées dans les appareils différentiels à mouvement louvoyant, dus à M. Amagat. Ayant eu, en vue d'étalonnages, à me préoccuper de la construction d'un appareil de cette nature, j'ai été amené, en mettant à profit la loi de l'écoulement des liquides à travers les tubes capillaires, due à Poiseuille, à réaliser un dispositif très simple qu'il me paraît intéressant d'indiquer.

L'appareil est construit de la façon suivante : un tube capillaire (tige de thermomètre) de 30^{cm} de longueur, de $0^{mm},05$ environ de diamètre intérieur, est enroulé en spirale et soudé à un tube plus large mastiqué dans la pièce de raccord de l'éprouvette de la presse de M. Cailletet; la spirale plonge dans l'éprouvette préalablement remplie d'eau filtrée. La partie du tube qui émerge est reliée à un tube le long duquel sont ménagées des ampoules de 2^{cm^3}, séparées les unes des autres par des traits de repère. Le tout est placé dans un bac de 50^{l} contenant de l'eau maintenue à 32°.

Si l'on injecte de l'eau dans l'éprouvette et qu'on maintienne la pression constante, ce qui est facile avec un piston plongeur commandé par une vis, le liquide s'écoule dans les ampoules en traversant le tube capillaire. En vertu de la loi de Poiseuille, le temps nécessaire à l'écoulement d'une masse donnée, correspondant par exemple au volume d'une ampoule, est inversement proportionnel à la pression : si donc l'appareil a été taré pour une pression connue, il pourra être utilisé comme manomètre.

Le tube utilisé dans l'appareil construit convenait pour des pressions élevées allant jusqu'à 300^{kg}. Il peut en réalité servir pour toutes celles pour lesquelles l'écoulement se fait suivant la loi de Poiseuille et non suivant le régime hydraulique. La méthode est, en principe, applicable pour toutes les pressions à condition de prendre un tube assez long et par suite de se placer dans les cas où la condition ci-dessus est réalisée; elle l'est pour le tube employé pour une pression de 10^{kg} par centimètre de longueur.

Il est important d'opérer à une température toujours la même, voisine de 32°, pour laquelle la viscosité de l'eau est, d'après les recherches de M. Hauser, indépendante de la pression.

Voici, à titre d'indication, les résultats obtenus dans le tarage d'un manomètre métallique déjà ancien :

Pression vraie................	$104^{kg},5$	$200^{kg},2$	$286^{kg},2$
Indication du manomètre.......	100	200	300
Temps nécessaire à l'écoulement de 2^{cm^3} d'eau, en secondes	336,0 s	172,2 s	122,5 s
	328,0	170,0	121,0
	329,0	170,0	119,0
	325,5	168,0	118,5
	322,0	169,2	118,0
	322,0	170,0	117,0
	319,0	171,5	117,0
			119,0
Moyenne	325,9	170,1	119,0
Erreur probable de la moyenne en pour 100................	0,43	0,31	0,53

Pour l'instrument construit, le produit de la pression par le temps nécessaire à l'écoulement de 2^{cm^3} d'eau était 34,062, obtenu par comparaison avec

un manomètre à mercure et à huile de vaseline, pour des pressions voisines de 15^{kg}.

La précision obtenue est, on le voit, plus que suffisante pour des étalonnages d'appareils industriels, mais elle serait inacceptable pour des recherches de précision.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi des hydrocarbures lourds pour l'éclairage*. Note de M. **Louis Denayrouze**.

J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie le résultat de recherches poursuivies pendant plusieurs années, sur la production de la lumière par incandescence, au moyen d'hydrocarbures autres que l'alcool et le pétrole. Après avoir obtenu de bons résultats avec le benzol, j'ai réussi à utiliser avantageusement une grande partie des hydrocarbures complexes que contient le goudron de houille.

L'usage de ces nouveaux liquides m'a paru offrir des avantages si considérables qu'avant de les signaler à l'Académie j'ai cru devoir soumettre mes résultats photométriques au contrôle du Laboratoire d'Essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Les procès-verbaux des mesures effectuées par les services compétents établissent qu'avec les nouveaux liquides, l'unité de lumière ou la carcel-heure s'obtient avec une dépense qui, en poids, ne dépasse guère 5^g.

En même temps, ils constatent que le point d'inflammation de ces substances est beaucoup plus élevé que celui du pétrole et, *a fortiori*, de l'alcool, ce qui en rend le maniement tout à fait inoffensif.

Non seulement une allumette jetée à leur surface ne les enflamme pas, mais encore un tampon d'alcool, plongé dans leur masse, s'éteint immédiatement.

Ces liquides sont des produits d'une double distillation. L'un passe de 140° à 200° environ, l'autre de 200° à 270°. Le premier est tiré de l'huile moyenne du commerce, le second de l'huile lourde, rectifiées avec soin pour en éliminer les parties les plus réfractaires à l'action d'une chaleur modérée. Un mélange des deux peut être extrait directement du goudron.

Aux hydrocarbures employés jusqu'ici à la production de la lumière incandescente, le public reprochait : 1° le danger possible de leur maniement; 2° leur prix élevé; 3° l'instabilité de ce prix.

Or, l'emploi des hydrocarbures nouveaux pourra lever radicalement la

première objection. On peut même dire que l'éclairage produit par ces liquides, si peu inflammables, présentera plus de sécurité que l'éclairage au gaz, exposé à des fuites, et que l'électricité, sujette à des courts-circuits.

L'usage de ces mêmes liquides pourra réaliser un abaissement tout à fait décisif du prix de revient actuel de la lumière. En effet les huiles brutes, dont se retirent dans la proportion finale de 80 à 83 pour 100 les hydrocarbures utilisables, sont des produits résiduaires de plusieurs grandes industries, à commencer par celle du gaz. Comme ils existent en grande abondance et servent aux plus grossiers usages, tels que le westrumitage des routes et la conservation des bois, ils se vendent à très bas prix.

La comparaison des cours des carbures légers avec celui des hydrocarbures lourds, bruts, autorise à compter que, de ce chef, la dépense de liquide éclairant s'abaissera en moyenne des deux tiers au moins. Il est d'ailleurs peu à craindre de voir se produire une hausse artificielle sur les matières d'où se retireront les liquides nouveaux. En effet, en Angleterre seulement, la quantité de goudron sur laquelle on opère annuellement s'élève à 450000^{t}, dont chacune peut produire autant de lumière que 1000^{m} de gaz.

D'ailleurs et par surcroît, nos expériences ont amené un résultat d'une extrême utilité. Pour volatiliser convenablement des produits si peu volatils, nous avons pu créer des appareils permettant une meilleure utilisation des chaleurs perdues et un usage tout à fait pratique de pressions infimes. On a réussi, de cette façon, à abaisser de moitié environ la quantité de liquide éclairant nécessaire, en poids, pour produire l'unité de lumière.

Grâce à ces deux éléments d'économie combinés, il est permis de croire que l'incandescence par les hydrocarbures amènera sans peine, dans les campagnes, le changement que l'incandescence par le gaz a déjà produit dans les villes. D'autre part, si l'on réfléchit que déjà le gaz incandescent, utilisé dans de bonnes conditions, est arrivé à produire la lumière à un prix très inférieur à celui de l'incandescence électrique, il est évident que l'éclairage par les hydrocarbures lourds pourra d'emblée fournir, dans les villes, un moyen efficace de diminuer l'excès de dépense que l'on reproche à l'éclairage électrique dans les installations de quelque importance.

Cette application dans les villes, conçue dans un esprit de coopération avec les grandes industries anciennes, peut être finalement rendue très facile par le moyen détourné suivant, dont on s'est avisé en dernier lieu. Comme le gaz et l'électricité existent déjà dans toutes les installations urbaines, il est toujours possible d'enlever au système d'éclairage par les carbures sa principale incommodité pratique, à savoir : la

difficulté de l'allumage. En faisant arriver le gaz ou l'électricité, pendant 1 minute, au brûleur à hydrocarbure, on donne au nouvel éclairage, par le moyen de dispositifs extrêmement simples, toute la rapidité et toute la facilité de mise en train de l'ancien éclairage existant.

Quoi qu'il en soit de cette éventualité, il est en tous cas un usage urbain du nouveau procédé dont personne ne contestera l'utilité : c'est qu'il permet l'établissement permanent d'un éclairage de secours immédiat, qui obvie aux inconvénients, d'année en année plus fréquents et plus redoutables, d'un arrêt brusque et général du service des canalisations de gaz et d'électricité.

Ce ne serait pas ici le lieu de faire une comparaison entre le prix des divers modes d'éclairage, que toutes sortes de circonstances peuvent faire varier.

Nous nous bornerons à constater que, d'après les mesures d'intensité et de consommation que le Laboratoire d'Essais du Conservatoire a exécutées avec nos appareils, et en admettant que le prix de la tonne des huiles lourdes reste inférieur à 200^{fr}, le coût de la carcel-heure, avec le nouveau système, ne sera qu'une petite fraction de ce qu'il est aujourd'hui avec les procédés usités.

Ajoutons que les produits extraits du goudron constituent pour l'alcool, au moins en ce qui concerne l'éclairage et le chauffage, un carburant dont l'excellence a été attestée par la mesure du Conservatoire, qui fixe à $7^g,3$ la consommation d'alcool carburé produisant la carcel-heure.

Notons enfin que ces produits ont un pouvoir calorifique élevé et qu'ils s'appliqueront avec avantage au chauffage. Cela suffira sans doute à établir qu'il y a des chances sérieuses pour que cette utilisation des hydrocarbures peu volatils exerce, sur la marche de diverses industries, une influence appréciable.

ÉLECTROCHIMIE. — *Action d'un conducteur électrique incandescent sur les gaz qui l'entourent.* Note de MM. **Couriot** et **Jean Meunier**, présentée par M. Troost.

Nous avons démontré (*Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 750) que les conducteurs électriques incandescents de petit diamètre étaient impuissants à faire détoner par simple incandescence les mélanges de grisou et d'air, même dans les conditions les plus propices à l'explosion. Ce fait ne peut

être attribué uniquement au phénomène du retard à l'inflammation, lequel ne dure que quelques secondes pour le grisou, même à la température d'inflammation la plus basse. Nous avons pu en effet maintenir des fils incandescents dans de tels mélanges sans résultat apparent pendant 10 minutes, et on les maintiendrait indéfiniment en les empêchant de fondre. Nos expériences sur les lampes électriques (t. CXXVII, p. 559) rendent aussi ce fait très frappant.

Nous avons cherché longtemps une explication de ce phénomène : celle que nous proposons suffit pour rendre compte de ses particularités. Nous admettons que le filament électrisé incandescent attire vers lui les molécules d'oxygène et repousse par suite celles de l'hydrocarbure; il en résulte qu'il se forme autour du filament une sorte de gaine où ces dernières sont plus rares à mesure que l'on se rapproche du filament, et n'atteignent plus la proportion indispensable pour l'inflammation. Cette gaine ou zone protectrice, d'autant plus étendue que l'action du courant électrique est plus puissante, se trouve limitée à la couche gazeuse où l'inflammabilité est atteinte. D'autre part, le fil incandescent rayonne autour de lui de la chaleur, et, s'il est suffisamment volumineux, il pourra échauffer par rayonnement cette couche inflammable et la porter à sa température d'inflammation, soit 650° environ pour le grisou; alors l'explosion aura lieu.

Ce cas des conducteurs plus volumineux, que nous n'avions pas étudié, vient d'être réalisé par M. Hauser, professeur à l'École des Mines de Madrid. Il a reconnu (Conférence faite le 29 mai 1907, publiée par la *Revista minera*) que des fils de ferro-nickel de $0^{mm},3$ de diamètre ne pouvaient faire détoner les mélanges de grisou à 9 pour 100, tandis que des fils de fer doux de $0^{mm},9$, c'est-à-dire environ quatre fois plus gros que ceux dont nous nous sommes servis, avaient permis d'enflammer six fois en dix-sept essais. Ces fils sont donc d'un diamètre à peine suffisant pour enflammer à coup sûr, et l'irrégularité des résultats tient à la façon dont ils ont été échauffés et au rayonnement extérieur du gaz.

Les fils de platine se comportent d'une manière particulière. On peut enflammer le grisou avec des fils de $0^{mm},2$; mais, pour y réussir, il faut régler le courant électrique de façon à obtenir le *phénomène d'incandescence vive* qui est en rapport avec les propriétés catalytiques de ce métal, connues depuis H. Davy; si le fil de platine se maintient rouge simplement, il n'enflamme pas. L'allumage d'un jet de grisou ne se fait pas sur le fil même, mais en avant de l'auréole incandescente, une fois celle-ci formée.

La limite inférieure d'inflammabilité du grisou par les flammes, qui est de 6 pour 100, est abaissée à 5 pour 100 pour l'inflammation par l'étincelle de rupture : la formation de la gaine protectrice permet d'expliquer cet

abaissement, de même que celui de la limite supérieure de 13 pour 100 à 12 pour 100.

Dans cette gaine où les molécules de l'hydrocarbure sont raréfiées, la combustion s'effectue plus ou moins rapidement sans affecter la forme explosive, et est caractérisée par la production de CO^2 et H^2O; c'est ce que nous avons manifestement établi, surtout dans nos expériences sur les lampes électriques (t. CXXVII, p. 560). Des passages successifs du courant doivent favoriser cette action, en écartant les molécules du conducteur et en les y ramenant tour à tour, et l'on s'explique ainsi que M. Gréhant soit parvenu à brûler de faibles proportions de méthane mélangé à l'air, dans son grisoumètre, où pour cela il fait rougir le fil de platine un très grand nombre de fois (t. CXLIII, p. 813, et t. CXLIV, p. 555).

Les fils constitués par des métaux oxydables, comme le fer et le plomb, drainent l'oxygène à distance, et le retiennent à l'état d'oxydes, en sorte que la combustion de l'hydrocarbure n'a pas lieu ou faiblement. Ces phénomènes se passent ainsi dans une atmosphère d'azote qui dilue les gaz et joue un rôle atténuateur très manifeste.

Quand on cherche à provoquer l'explosion par l'étincelle disruptive, il ne faut pas oublier pour expliquer les résultats, en apparence contradictoires, ce que nous avons appelé *principe de la dérivation* (t. CXXVI, p. 901). L'étincelle n'est suffisante que lorsque la résistance électrique de la dérivation du courant ou la résistance propre de l'appareil, quand il s'agit de pile ou d'accumulateur, est notablement plus considérable que celle du fil incandescent : ce phénomène est analogue à celui du coup de bélier dans les canalisations d'eau. Ainsi, avec des petites lampes de mineur, débarrassées de leur ampoule, nous sommes arrivés à brûler facilement le filament au moyen d'un accumulateur de 2 éléments *sans provoquer d'explosion*, tandis que cette explosion a lieu invariablement quand nous opposons à la résistance du filament celle qui correspondrait à 7 ou 8 éléments d'accumulateur couplés en tension.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la méthode des densités-limites et son application au poids atomique de l'azote.* Note de M. **Ph.-A. Guye**, présentée par M. G. Lemoine.

I. Ma dernière Communication sur les densités-limites des gaz liquéfiables à 0° ayant provoqué plusieurs critiques de M. Daniel Berthelot ([1]), je crois nécessaire de préciser ce qui différencie nos deux points de vue.

D'après M. D. Berthelot « le principe de la méthode des densités-limites, complètement indépendant du théorème des états correspondants, s'est toujours d'autant mieux vérifié que les expériences sont devenues plus précises; le calcul direct des densités-limites, d'après les compressibilités expérimentales, est entièrement rigoureux dans tous les cas; la seule méthode directe et précise est celle des densités-limites » (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 96; t. CXLV, p. 67 et 320).

De mon côté, j'ai émis l'opinion, déjà en 1905, que « toutes les méthodes physico-chimiques pour la détermination du poids moléculaire exact des gaz, y compris celle des densités-limites, ne sont encore qu'approchées; qu'elles doivent être considérées comme de simples procédés de calcul beaucoup plus précis que l'application de la loi d'Avogadro, mais non entièrement rigoureux; que l'exactitude de ces calculs peut encore être augmentée en comparant entre eux des gaz de températures critiques voisines; qu'enfin le mode actuel de calcul des densités-limites des gaz liquéfiables par les compressibilités conduit certainement à des poids moléculaires trop faibles et doit, par conséquent, être abandonné ou perfectionné (*Journ. Chim. phys.*, t. III, p. 348 et 353; *Bull. Soc. chim.*, 1905, p. XXI, XXIII et XXV). Mes dernières vérifications numériques (*loc. cit.*) concernant les gaz permanents et liquéfiables à 0°, basées sur les données expérimentales modernes les plus sûres, ont confirmé de tous points ces conclusions et ont fait ressortir en outre que *les écarts avec la règle des densités-limites sont fonction de la volatilité du fluide, dépendant elle-même de sa température critique*.

M. Daniel Berthelot a formulé, au sujet de mes calculs, plusieurs observations, portant, il est vrai, sur des points de détail, mais qui peuvent faire naître des doutes sur leur exactitude. Je tiens donc à faire remarquer que ses corrections sont en général négligeables, surtout pour un problème qui ne comporte encore, selon moi, que des solutions approchées; la plupart ne me paraissent d'ailleurs pas fondées. Je crois utile de montrer que l'au-

---

([1]) Ph.-A. Guye, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1360 (voir aussi p. 976). — Daniel Berthelot, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 65, 180 et 317; consulter aussi t. CXLIV, p. 76, 194 et 269.

teur est certainement conduit ainsi à des *conclusions erronées pour le poids atomique de l'azote*.

II. M. D. Berthelot admet en dernier lieu, comme valeurs de ce poids atomique, déduit des densités-limites des gaz azotés N^2, NO et N^2O, les nombres 14,008, 14,006, 13,999, dont la moyenne confirme, dit-il, le nombre 14,005 proposé par lui en 1898 (*loc. cit.*, p. 67). On pourrait faire à ces nombres diverses critiques : constater, par exemple, qu'ils s'appuient sur un rapport un peu trop élevé (¹) des densités des gaz ($N^2O:O^2$). Mais, pour éviter toute discussion, je préfère adopter tels quels les nombres en question. Or, ceux-ci accusent évidemment une décroissance systématique en fonction des températures critiques croissantes. Cette constatation devient plus frappante encore, si l'on ajoute à ces résultats celui donné par la densité-limite du gaz NH^3, passé sous silence par l'auteur qui déclare pourtant ailleurs la méthode des densités-limites *rigoureuse dans tous les cas*. Voici le Tableau complété que l'on obtient ainsi :

Gaz considérés............	N^2	NO	N^2O	NH^3
Poids atomiques N........	14,008 (D.B.)	14,006 (D.B.)	13,999 (D.B.)	13,992 (Genève) (²)
Temp. critiques absolues...	128°	179°	309°-312°	425°

(¹) M. D. Berthelot avait admis en 1898 que ce rapport est égal à 1,38450 (Leduc) et en avait déduit N = 14,000. J'ai indiqué plusieurs fois que ce nombre n'est pas exact (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 637 ; *Bull. Soc. chim.*, 1905, p. XX) et que, d'après les observations de M. Leduc, sa valeur est (1,5301 : 1,10523) = 1,38442, d'où N = 13,998. Après avoir consigné cette valeur exacte en janvier 1907 (*loc. cit.*, t. CXLIV, p. 178), M. Berthelot revient, dans ses derniers calculs d'ensemble, et sans aucun motif à l'appui, à la valeur inexacte (*loc. cit.*, p. 269). Je note aussi que c'est à tort que l'auteur attribue (*loc. cit.*, p. 66), à M. Gray, une série de déterminations physico-chimiques à partir du gaz N^2O, donnant N = 13,999 ; la publication à laquelle il se réfère (Gray, *Atomgewicht des Stickstoffs*, Bonn, 1907) ne concerne que des mesures relatives au bioxyde d'azote. Je relève enfin une erreur typographique relative à M de N^2O déduit de nos expériences de Genève : le nombre M = 43,925 qu'en déduit M. Berthelot (*loc. cit.*, p. 269) doit, d'après les données de son calcul, être corrigé en M = 43,985, ce qui diminue sensiblement la différence qu'il signale entre nos mesures et celles de M. Leduc et Lord Rayleigh.

(²) Ce nombre 13,992 est celui calculé récemment par MM. Jaquerod et Scheuer au moyen de : 1° leurs mesures de compressibilité de 1905 (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1384), effectuées à 0°, entre 800mm et 200mm et extrapolées jusqu'à la pression zéro ; 2° les mesures de densité sur le gaz NH^3 de même provenance (Guye et Pintza, *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 51), dont le résultat L = 0,7708 a été confirmé depuis par MM. Permann et Davies (L = 0,77085). On obtient ainsi M = 17,015. Dans ses précédents calculs d'ensemble, M. Berthelot (*loc. cit.*, p. 269) donne 3 valeurs de M

Si l'on rapproche ces résultats des nombres obtenus pour le poids atomique de l'azote par les analyses chimiques modernes de N^2O et NO, soit :

Analyse de N^2O (Guye, Jaquerod, Bogdan, Genève, 1904).		Analyse de NO (Gray, Bonn, 1905-1907).	
Par le rapport (N^2O : O)...	14,007	Par le rapport (NO : O)...	14,011
» (N^2O : N^2)..	14,015	» (NO : N)....	14,009
» (N^2 : O)...	14,010	» (N : O)...	14,009
Moyenne.........	14,0107	Moyenne.........	14,0097

Moyenne des six rapports indépendants : **14,010**,

il n'y a aucun doute que les densités-limites des gaz azotés, et notamment des gaz liquéfiables, conduisent certainement à *des valeurs du poids atomique de l'azote d'autant plus faibles que la température critique du gaz est plus élevée*, et qu'il est par conséquent illusoire d'en prendre la moyenne. C'est la confirmation très nette, dans un cas particulier, de toutes mes conclusions ci-dessus rappelées; cela démontre en même temps combien il est nécessaire de chercher à perfectionner la méthode de correction dite *des densités-limites*.

J'en conclus que, si cette méthode a rendu un grand service en contribuant, avec d'autres, à faire reconnaître une erreur importante sur l'ancien poids atomique de l'azote (14,04), la logique impose d'en faire abstraction, du moins appliquée sous sa forme actuelle aux gaz liquéfiables, pour le choix d'une valeur exacte de ce poids atomique. On doit donc abandonner sans aucune hésitation la moyenne physico-chimique 14,005 de M. D. Berthelot (celle des 4 nombres ci-dessus serait d'ailleurs 14,001) pour s'en tenir au nombre **14,010** donné par les analyses chimiques les plus précises. Quant aux calculs usuels de la Chimie, ils peuvent se faire sans inconvénient avec la valeur arrondie N = 14.

à partir de la densité-limite du système (NH^3 : O^2), soit : 17,024 (L.), 17,021 (P. D.) et 17,015 (G. P.). La première est certainement inexacte, le gaz NH^3 employé contenant des bases organiques, ce qui relève la densité de $\frac{1}{100}$ (*Journ. Chim. phys.*, t. V, p. 226); elle doit donc être écartée. Les deux autres valeurs ne modifient pas les conclusions de la présente Note.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la non-existence d'un dissolvant commun au phosphore blanc et au phosphore rouge.* Note de M. **Alb. Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

J'ai montré que certains sulfates existent en dissolution aqueuse sous deux états dont l'un est en rapport avec la molécule chimique, et dont l'autre, moins stable, se rapporte à la molécule polymérisée (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 325). Ces sulfates ne se comportent donc pas comme le soufre dont la variété octaédrique fournit dans un dissolvant déterminé la même dissolution que la variété prismatique, au point que M. Gernez a retiré à volonté l'une ou l'autre espèce cristalline d'une dissolution benzinique sursaturée. J'ai cherché si le phosphore ordinaire et le phosphore rouge, si différents, donnent au contraire, dans un même dissolvant, des dissolutions dissemblables, à la façon des sulfates précités. Seule l'essence de térébenthine est indiquée, depuis Schrœtter, comme dissolvant des deux variétés de phosphore. Ce fait a parfois été contesté, et avec raison, car je vais prouver que ni ce liquide, ni ses polymères obtenus sous l'action de la chaleur ne dissolvent le phosphore rouge.

1° J'ai mis, dans un demi-litre d'essence de térébenthine, environ 2g de phosphore rouge purifié par des lavages alcalins, suivis de lavages à l'eau distillée et d'une dessiccation dans le vide. Après quelques minutes d'ébullition à l'abri de l'air, j'ai laissé déposer le phosphore et j'ai séparé l'essence parfaitement limpide en maintenant sa température au voisinage de 150°. Ni le refroidissement, ni l'évaporation du liquide dans le vide ne m'ont permis de trouver trace de phosphore rouge dissous.

Dans une autre expérience, j'ai maintenu pendant 2 heures, en tube scellé, 0g,200 de phosphore rouge en présence de 22g de térébenthine, à la température de 270°, sans constater la moindre dissolution, attendu que j'ai retrouvé le poids initial, 0g,200 du phosphore.

Si l'on ne prend pas soin d'éviter le contact de l'air pendant ces opérations, une partie du phosphore se transforme en oxydes phosphoreux sous l'action ozonisante de la térébenthine. C'est sans doute cette action secondaire qui a fait admettre la solubilité du phosphore rouge dans la térébenthine.

2° Dans la dernière expérience, près de 50 pour 100 de la térébenthine sont polymérisés, et l'on pourrait déjà affirmer l'insolubilité du phosphore rouge dans les polymères de la térébenthine. L'expérience suivante paraît plus concluante encore : je dépose en certains points d'un tube scellé des parcelles de phosphore rouge, dans le but de déterminer des centres de cristallisation ou de transformation, et je scelle à la lampe après avoir rempli le tube d'une dissolution de phosphore blanc. Le tube ayant

été maintenu pendant 4 heures entre 275° et 285°, les parcelles rouges n'ont pas disparu, ce qui prouve l'insolubilité du phosphore rouge dans une dissolution complexe où l'essence polymérisée constitue la partie principale du solvant.

Si le liquide chauffé vers 280° est une dissolution de phosphore contenant de 35g à 55g par litre, il se forme, en outre, dans le tube refroidi, un dépôt de grains de phosphore fondu surmonté de cristaux fusibles à 45° : c'est du phosphore dont la blancheur est comparable à la neige.

Dans ce cas encore, au bout de 4 heures, les parcelles rouges subsistent sans variations apparentes, malgré une concentration plus forte de la dissolution [1]. Donc, l'essence de térébenthine et ses polymères n'ont pas d'action dissolvante sur le phosphore rouge, et les dissolutions saturées du phosphore blanc dans ces liquides déposent par refroidissement l'excès de phosphore sous forme de cristaux blanc de neige.

En somme, on ne connaît jusqu'ici aucun dissolvant commun au phosphore blanc et au phosphore rouge. Bien plus, il ne peut en exister. En effet, les expériences de M. G. Lemoine ont établi que les vapeurs émises par l'une ou l'autre variété de phosphore ont la même densité, correspondant à la molécule P^4; d'autre part, si l'on admet, avec M. van't Hoff, que l'état dissous est assimilable à l'état de vapeur (ce qui est le fondement de la cryoscopie), les deux variétés de phosphore s'identifieraient dans un solvant commun; de sorte que, si l'on parvenait à dissoudre le phosphore rouge dans l'essence de térébenthine, le corps dissous passerait à l'état de phosphore blanc. Il subirait, non plus une dissolution réelle, mais une véritable transformation allotropique.

Ces considérations montrent que le phosphore n'est pas l'unique corps dont les variétés solides n'ont pas de commun dissolvant.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'équilibre du système nickel-bismuth.* Note de M. A. **Portevin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

L'équilibre du système nickel-bismuth a été étudié par la méthode thermique complétée par l'examen micrographique des alliages connus.

L'étude thermique a été faite par le tracé des courbes de refroidissement des mélanges fondus en déterminant la température et la durée des transformations invariantes, cette durée étant rapportée à une même vitesse de refroidissement. Les tem-

(1) Il semble ainsi que la transformation en phosphore rouge est ralentie par l'effet du solvant; je reviendrai ailleurs sur ce point.

pératures mesurées par un couple Le Chatelier platine-platine rhodié ont été rapportées aux points de fusion suivants :

Ni : 1451° (Ruer), Au : 1064° (Daniel Berthelot), SB : 630°,6 (Holborn et Day),

et au point d'ébullition de la naphtaline, 218°. Le point de fusion du bismuth a été trouvé à 269°.

On a pu ainsi caractériser trois réactions invariantes :

a. A 654° :

Liquide à 6,5 pour 100................ $Ni + Ni \leftrightarrows NiBi$?

b. A 462° :

Liquide à 3 pour 100............... $Ni + NiBi? \rightleftarrows NiBi^3$

c. A 269°, formation de l'eutectique $Bi - NiBi^3$. Ce dernier est extrêmement voisin du bismuth pur et n'a pu être déterminé ni par la considération des durées de solidification eutectiques ni par la micrographie; dans ce qui va suivre nous les considérons comme du Bi.

Le tracé des courbes de durée de ces transformations invariantes montre, d'une part, qu'il ne se forme pas de solutions solides dans le voisinage des métaux purs et que, d'autre part, les réactions *a* et *b* sont toujours incomplètes avec les vitesses de refroidissement utilisées; aussi l'on ne peut savoir si les deux composés cités possèdent une miscibilité partielle à l'état solide, ce qui paraît peu vraisemblable d'après l'aspect des micrographies, et la formule du composé se formant à 654° au refroidissement est-elle hypothétique.

Quant au composé se formant à 462°, on a trouvé la formule $NiBi^3$ par extrapolation de la courbe des durées de solidification eutectique dans la région où la ségrégation primaire est $NiBi^3$, et aussi par des déterminations photomicrographiques quantitatives.

La constitution des mélanges est donc complexe; si les relations étaient complètes, on devrait trouver les structures suivantes :

De 100 à 22,1 pour 100 Ni : $Ni + NiBi$;
De 22,1 à 8,6 pour 100 Ni : $NiBi + NiBi^3$;
De 8,6 pour 100 Ni à 0 : $NiBi^3 + Bi$.

Pratiquement, on observe :

De 100 pour 100 vers 70 pour 100 Ni : $Ni + NiBi$;

De 70 pour 100 environ Ni vers 35 pour 100 Ni : Ni + NiBi + $NiBi^3$ (réaction *a* incomplète);

De 35 pour 100 Ni environ vers 7 pour 100 Ni : Ni + NiBi + $NiBi^3$ + Bi (réactions *a* et *b* incomplètes); quelquefois même la réaction *b* ayant été incomplète vis-à-vis de NiBi formé par la réaction *a*, on observe le complexe Ni + $NiBi^3$ + Bi;

Entre 7 et 4 pour 100 Ni environ : NiBi + $NiBi^3$ + Bi;

De 4 pour 100 Ni à 0 : $NiBi^3$ + Bi.

Le liquidus se compose de trois branches dont les points d'intersection sont donnés par les réactions *a* et *b*; il est à remarquer que le point de solidification commençante ne s'abaisse d'une façon notable que pour teneurs en Ni inférieures à 45 pour 100, teneur pour laquelle il est encore de 1320°.

La différentiation micrographique des constituants, qui s'observe déjà par simple polissage en bas-relief en raison des différences de dureté, est accentuée par des attaques graduées à l'eau de brome.

En résumé, l'état d'équilibre n'est atteint que par les alliages voisins des métaux purs; pour les autres on obtient des complexes à 3 et même 4 phases caractérisant des systèmes binaires hors d'équilibre. L'observation simultanée de 4 phases résultant de deux réactions invariantes successives et incomplètes n'a pas encore été signalée, à notre connaissance du moins.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Appareil destiné à la production des spectres d'étincelle des solutions.* Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. A. Haller.

Je me suis proposé de trouver un dispositif permettant d'obtenir les spectres électriques des liquides en s'affranchissant complètement de la présence des raies étrangères dues, soit aux électrodes de platine, d'or ou de graphite, soit aux impuretés du verre. Il m'a semblé qu'on pouvait y arriver en faisant éclater l'étincelle entre deux gouttes du liquide à étudier, amenées l'une au-dessus de l'autre aux extrémités de deux tubes capillaires en silice fondue. La figure 1 ci-contre indique l'agencement du système [1].

Le tube capillaire le plus court c_2 est disposé comme dans l'ancien fulgurateur en verre de MM. Delachanal et Mermet : il plonge dans le liquide à étudier et coiffe une courte électrode de platine reliée au pôle négatif de la source électrique, et dont l'extrémité se termine au moins 5^{mm} plus bas que le sommet du tube où monte le liquide par capillarité. L'autre goutte est amenée vis-à-vis de la première, par un second tube en silice c_1, incliné à 45° et alimenté en liquide par le réservoir R au moyen d'un tube

---

[1] Construit sur mes dessins, chez M. J. Thurneyssen, successeur de la maison Alvergniat et Chabaud.

en caoutchouc, commandé par une pince à burette P réglant l'écoulement. La communication avec le pôle positif est établie au moyen d'un fil de platine fin $f_1 f_2$ qui traverse le réservoir, le caoutchouc et le tube capillaire, en se terminant seulement à environ 5mm de l'extrémité inférieure de celui-ci, où l'on évite ainsi la formation d'un chapelet de gouttes et de bulles entre lesquelles se produit parfois la décharge quand l'électrode communique seulement avec le liquide du réservoir R. Ce système des deux tubes et du réservoir peut être disposé sur un récipient quelconque, soit cuiller de platine, soit petit tube ouvert, traversé au fond par un fil de platine. Le dispositif figuré ici est destiné à éviter les pertes de liquide par projection; il est formé d'un tube extérieur T en verre ordinaire, de 2cm,5 à 3cm de diamètre extérieur et de 15cm de hauteur totale; il est muni d'une tubulure latérale t pour la pénétration du capillaire positif c_1 qui s'y trouve maintenu par un bouchon de liège paraffiné. Ainsi que l'avait imaginé Sir William Crookes pour un tube de même genre ([1]), une fenêtre elliptique est pratiquée en O dans la paroi du tube, en face du point où doit jaillir l'étincelle, afin que les radiations ultra-violettes de celle-ci puissent atteindre la fente du spectrographe sans subir l'absorption des parois du verre. Afin d'éviter l'accumulation des vapeurs dues à la décharge, un appel d'air latéral est constitué en échauffant légèrement la boule B, surmontée d'une cheminée, au moyen d'une petite lampe à alcool. Le bouchon de liège qui termine la partie supérieure du tube T permet le nettoyage de celui-ci. Dans le cas où l'écartement interpolaire de l'étincelle doit être très petit et réglé avec précision on supprime le bouchon de la tubulure latérale t_1, et le capillaire positif c_1 est fixé à un support à crémaillère au moyen duquel on lui donne de très faibles déplacements.

La figure 2 est un agrandissement (3,5 diamètres) d'un spectre produit avec l'appareil de la figure 1. Il est obtenu avec une solution de chlorure de calcium magnésifère et une étincelle faiblement condensée (0,0005 microfarad environ), rendue oscillante par une self-induction de 0,0006 henry; la dispersion est celle d'un prisme en spath-calcite avec un objectif simple en quartz de 40cm de foyer. En plus des principales raies du calcium et du magnésium, le cliché présente faiblement les arêtes des principales bandes de l'azote, et, fortement, une seule bande caractéristique de la vapeur d'eau, dégradée vers le rouge, dont les arêtes $B_1 \lambda 3089,4$, $B_2 \lambda 3067,4$, $B_3 \lambda 3063,8$, sont tournées dans le sens de l'ultra-violet. Comme dans tous les clichés obtenus avec le dispositif à tubes capillaires en silice ([2]), je n'ai constaté la présence d'aucune raie du platine ni du silicium; la raie la plus sensible de ce métalloïde Si 2881,7 se verrait d'ailleurs au voisinage et à gauche de la forte raie du magnésium, si la silice des tubes capillaires avait été attaquée par

([1]) *Roy. Soc. Proceed.*, t. LXXII, août 1903, p. 295.

([2]) Les solutions employées ont été successivement acides (mais non fluorhydriques), neutres ou légèrement alcalines.

Fig. 1.

Appareil destiné à la production des spectres d'étincelle des solutions.

Fig. 2.

Spectre d'une solution de chlorure de calcium obtenue, sans raies d'électrodes, au moyen du dispositif ci-contre et d'un spectrographe à prisme en spath.

l'étincelle. J'ai fait usage aussi non seulement de l'étincelle ordinaire non condensée, ou condensée sans self-induction, mais aussi de celle de la bobine de M. Demarçay à gros fil induit. Avec cette dernière, qui ne comporte pas de condensateur dans le secondaire, les clichés obtenus montraient un développement considérable des diverses bandes de l'azote et de la vapeur d'eau, envahissant presque tout le spectre ultra-violet. L'emploi d'une bobine ordinaire avec faible condensation, avec ou sans self, me paraît donc devoir être de beaucoup préférable, surtout pour l'étude de cette région du spectre.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'identité du graphite et du carbone graphitique de recuit dans les fontes.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les différentes études publiées sur le diagramme d'équilibre des alliages fer-carbone confondent sous la dénomination de *graphite* le carbone libre séparé dans les fontes grises pendant le refroidissement lent et le carbone libre que sépare le recuit à une température suffisamment élevée dans les fontes blanches obtenues par refroidissement rapide. Ces deux sortes de carbone ont été cependant signalées comme distinctes par Forquignon, dont l'opinion a été corroborée à différentes reprises par Ledebur, d'après qui on a distingué dans la plupart des Ouvrages de métallurgie le graphite et le carbone graphitique de recuit. Si cette distinction était réelle il faudrait, pour en tenir compte, modifier une fois de plus le diagramme de Roozeboom ainsi que les diverses variantes qui en ont été proposées.

La seule différence précise signalée par Forquignon et Ledebur est relative à l'action de l'hydrogène et de l'azote qui, passant sur la fonte chauffée au rouge, gazéifieraient le carbone graphitique de recuit et seraient sans action sur le graphite. D'après les recherches récentes de Wust et Geïger, au contraire, l'azote et l'hydrogène purs seraient sans action aussi bien sur le graphite que sur le carbone graphitique de recuit et la gazéification observée par Forquignon serait due à des traces d'oxygène.

Nous avons recommencé ces expériences à diverses reprises, en opérant de la façon suivante :

Une fonte amenée à l'état liquide était séparée en deux parties : l'une, refroidie très lentement, se solidifiait à l'état de fonte grise; l'autre, refroidie brusquement et solidifiée à l'état de fonte blanche, était ramenée par recuit à l'état de fonte grise.

Dans l'une des expériences effectuées, la fonte refroidie lentement avait la composition suivante :

Carbone total	3,94
Graphite	3,55
Silicium	0,95
Manganèse	0,41
Phosphore	0,010
Soufre	0,018

La partie refroidie brusquement et qui ne contenait pas de trace de graphite a été recuite pendant 2 heures à 1000°; elle contenait ensuite 3,69 pour 100 de carbone graphitique de recuit.

Nous avons séparé une certaine quantité de carbone de chacune de ces fontes en les traitant par l'acide azotique bouillant. Les carbones séparés, traités par le mélange d'acide azotique et de chlorate de potassium, suivant la technique indiquée par Moissan, se sont transformés en oxyde graphitique avec la même vitesse, c'est-à-dire qu'il a fallu, dans les deux cas, cinq attaques successives pour les transformer intégralement.

Les dimensions des cristaux d'oxyde graphitique diffèrent un peu, ainsi que leur coloration, mais cela peut être dû à la différence des dimensions des grains de graphite attaqués, différences faciles à constater par l'examen micrographique.

Nous avons ensuite soumis les deux fontes à l'action d'un courant d'hydrogène soigneusement purifié à la température de 1000°, et nous avons nettement observé, dans plusieurs séries d'expériences, la décarburation progressive avec les deux fontes. Dans l'un des essais, après 7 heures de chauffage à 1000° dans l'hydrogène, la fonte grise, par refroidissement lent, contenait 0,70 pour 100 de carbone total, dont 0,15 à l'état de graphite et 0,55 à l'état de carbone combiné et la fonte grise par recuit contenait 0,80 de carbone total, dont 0,20 à l'état de graphite et 0,60 à l'état de carbone combiné. Après 14 heures de chauffage à 1000°, les deux fontes ne contenaient plus que des traces de carbone non dosables.

Ces expériences nous conduisent donc à conclure, contrairement à l'opinion de Forquignon d'une part, de Wust et Geïger d'autre part, que le graphite et le carbone graphitique de recuit peuvent tous deux être gazéifiés intégralement au contact de l'hydrogène à 1000°. Ce résultat conduit à considérer comme légitime l'habitude qu'on a prise depuis Roozeboom de regarder le graphite et le carbone graphitique de recuit comme formant une seule phase dans les systèmes fer-carbone.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du gaz* PH^3 *sur le chlorure et le bromure mercuriques* PHg^3Cl^3 *et* $P^2Hg^5Br^4$. Note de **P. Lemoult**, présentée par M. Ditte.

H. Rose (*Pogg. Ann.*, t. XL, 1837, p. 75 et 87) a obtenu, en faisant réagir le gaz PH^3 sur le chlorure mercurique, un composé jaune amorphe $PHg^3Cl^3, \frac{3}{2}H^2O$ dont il donne les principales propriétés. Avec $HgBr^2$, il a obtenu un composé de couleur plus brune, de mêmes propriétés et *sans contestation de composition tout à fait analogue.*

L'étude de ces réactions et de leurs particularités m'a montré : 1° que le composé chloré pouvait être obtenu anhydre PHg^3Cl^3; 2° que le composé bromé a non seulement une coloration, mais encore une composition différente qui correspond à $P^2Hg^5Br^4$.

Les deux sels mercuriques, mis en solution aqueuse sous forme d'halogénomercurates de potassium, subissent sous l'action du gaz PH^3 une réduction profonde qui va jusqu'à libération du métal; les premières traces de gaz donnent des précipités de couleur franche et un hydracide seulement; mais quand la liqueur ne contient plus de mercure, les précipités prennent une teinte terne, puis terreuse, puis grisâtre; la liqueur contient alors du phosphore sous forme d'acide oxygéné, même si l'on a évité l'accès de l'air, comme le recommande H. Rose. Ces précipités recueillis sur filtre et lavés à l'eau froide fournissent une eau qui est toujours acide quoiqu'elle finisse par ne plus contenir d'hydracide; au bout de quelque temps, les précipités se recouvrent de gouttelettes de mercure; ils contiennent encore du phosphore entraîné continuellement sous forme d'acide oxygéné; le lavage est alors interminable.

Ceci s'explique aisément : les étapes de la réduction doivent conduire les sels mercuriques à un même état final P^2Hg^3. Ce corps est décomposé par l'eau en fournissant de l'acide phophoreux et du mercure. Quand à ces étapes, les deux premières sont les suivantes :

(I) $$PH^3 + 3HgX^2 = 3HX + PHg^3X^3,$$
(II) $$2PH^3 + 5HgX^2 = 6HX + P^2Hg^5X^4.$$

De ces observations il résulte que, si l'on veut essayer d'obtenir des corps définis, il faut éviter avec soin, même localement, la présence d'un excès de PH^3 qui pourrait donner dans le précipité des traces de composés décomposables par l'eau froide, et employer toujours un excès du sel mercurique, l'arrivée d'un gaz bulle à bulle dans la liqueur mercurique ne peut convenir et, en effet, il se forme des précipités parsemés de grains brunâtres

qui altèrent très capricieusement leur composition. On arrive au résultat en superposant avec précaution dans un flacon une couche dense de la liqueur mercurique, une couche d'eau et du gaz; une agitation soudaine et violente provoque la réaction et donne des précipités de couleur uniforme, de composition constante; à savoir :

$$PHg^3Cl^3, \quad P^2Hg^5Br^4;$$

ce sont donc deux corps de composition non analogue, quoique d'origine et de propriétés générales très voisines.

Ces formules résultent naturellement d'analyses faites sur ces composés lavés à fond pour enlever tout l'acide formé (un hydracide seulement, sans acide phosphoré) puis essorés et séchés dans le vide sulfurique.

Les analyses sont d'ailleurs assez délicates, vu la faible teneur en phosphore (4 à 5 pour 100); en outre le dosage de l'halogène se fait en traitant ces composés par un alcali qui les noircit immédiatement, dégage un mélange d'hydrogène et de gaz PH^3 et dépose, après quelques heures de chauffe au bain-marie, du mercure métallique; la liqueur surnageante contient des sels phosphorés et l'halogène qu'on dose par l'azotate d'argent. Or il se trouve que ces composés mercuriels phospho-halogénés se comportent à l'égard des alcalis comme le feraient leurs éléments constituants supposés séparés; la liqueur saline contient donc, suivant les cas, de l'hypobromite ou du bromate par exemple, c'est-à-dire de l'halogène qui échappe au dosage, à moins de précautions spéciales dont la méconnaissance peut fausser de quelques unités les résultats trouvés; en évitant cette cause d'erreur, les résultats deviennent concordants pour un même composé; voici ceux que j'ai trouvé :

	P pour 100.	Hg pour 100.	Halogène pour 100.
Produit chloré	4,22	81,36	13,99
Produit bromé	4,28	72,02	23,24
Calculés pour PHg^3Cl^3	4,20	81,35	14,44 (¹)
Calculés pour $P^2Hg^5Br^4$	4,48	72,35	23,15

Ils concordent avec ceux qui correspondent aux deux formules différentes annoncées.

Toutefois, en raison des difficultés d'analyses, il m'a paru indispensable de démontrer, par une expérience plus directe, cette différence singulière et inattendue. L'examen des réactions I, II fournit le principe de cette démonstration; il consiste à évaluer la quantité de sel mercurique que

(¹) Il est à remarquer que Rose (*loc. cit.*, p. 84, note) a obtenu à deux reprises les teneurs en mercure : 80,2 et 79,95 au lieu de 78,68 pour son produit hydraté, mais sans trouver la cause de ces anomalies apparentes.

consomme 1^{mol} de PH^3 quand elle réagit sur un excès de ce sel : elle doit être de 3^{mol} pour I (cas du composé chloré), et de $2^{mol},5$ pour II (produit bromé); or l'expérience a donné :

$34^{cm^3},2$ de PH^3 sec à $0°$ et 760^{mm} consomment..	$1^g,216$ de $HgCl^2$
donc pour 1^{mol} PH^3..................	$793,56 = 2^{mol},93$
$33^{cm^3},2$ de PH^3 sec à $0°$ et 760^{mm} consomment..	$1,362$ de $HgBr^2$
donc pour 1^{mol} PH^3..................	$915,5 = 2^{mol},54$

En outre, pour le composé bromé, la disparition de 1^{mol} $HgBr^2$ doit engendrer $1^{mol},2$ d'acide bromhydrique; l'expérience a donné : $1^{mol},23$ et $1^{mol},15$; moyenne $1^{mol},19$. Le contrôle est donc tout à fait satisfaisant.

Donc, l'hydrogène phosphoré, qui peut réduire à fond en présence d'eau le chlorure et le bromure mercuriques, donne, quand ces sels sont en excès, les deux composés différents PHg^3Cl^3 et $P^2Hg^5Br^4$. Les particularités que j'ai observées m'ont engagé à reprendre l'étude de l'action de PH^3 sur les iodomercurates (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 478) et celles qui s'y rattachent.

J'ajouterai que les chlorure et bromure mercuriques sont d'excellents absorbants du gaz PH^3 dont l'emploi est à recommander en analyse qualitative et quantitative.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *L'oxyde de carbone dans le gaz de houille.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. A. Carnot.

La distillation de la houille donne des gaz qui proviennent en majeure partie de la houille proprement dite, mais aussi, en petites proportions, de la décomposition des carbonates parfois mélangés à la houille.

J'ai examiné cinq échantillons de houilles à gaz, en dosant d'abord l'acide carbonique des carbonates par attaque avec les acides et perte de poids; les résultats sont exprimés ci-après en CO^3Ca pour 100 :

I.	II.	III.	IV.	V.
0,641	2,550	0,910	1,823	1,886

J'ai fait l'analyse des mêmes échantillons de houille après les avoir traités à l'eau acidulée jusqu'à décomposition complète des carbonates, lavés et séchés. Voici les résultats de cette analyse élémentaire :

	C.	H.	N.	S.	Cendres.	Eau à 100°.	O par différence.
Houille I...	80,40	5,62	1,44	1,01	2,33	0,91	8,29
» II...	77,27	5,03	1,55	0,82	4,40	3,50	7,43
» III..	79,11	4,92	1,12	0,70	5,59	1,33	7,23
» IV..	79,46	4,04	0,72	0,59	5,90	3,38	5,91
» V..	85,98	4,12	1,47	0,44	3,48	0,68	3,83

20g de chaque houille préalablement lavée à l'eau acidulée, pulvérisée et séchée, ont été ensuite distillés. La houille était contenue dans une nacelle en fer, placée dans un tube de fer chauffé sur une grille à analyse vers 900°. Un dispositif convenable permettait de laver, filtrer, recueillir et mesurer les gaz obtenus. Avant de procéder à la distillation, le vide était fait à la trompe dans l'ensemble des appareils; ceux-ci étaient ensuite remplis, à la pression atmosphérique, de gaz de houille de volume et de composition déterminés.

Dans les gaz obtenus par distillation, préalablement mesurés, j'ai dosé l'oxyde de carbone et l'acide carbonique; par le calcul, et en tenant compte du volume et de la composition du gaz de houille remplissant les appareils au début, j'ai déterminé le volume des gaz provenant de la distillation de chaque houille et leur teneur en CO et CO^2.

Il faut observer que les proportions de CO et de CO^2 dépendent des conditions de la distillation, étant données les réactions connues de transformation de CO^2 en CO et de CO en CO^2.

En calculant le poids d'oxygène total contenu dans les gaz de distillation (CO et CO^2), et en le comparant au poids d'oxygène de la houille correspondante, j'ai trouvé :

	Poids d'oxygène		
	dans 100g de houille. (A)	dans les gaz de distillation de 100g de houille. (B)	Rapport $\frac{B}{A}$.
Houille I......	8,29	2,61	0,314
» II.....	7,43	2,17	0,292
» III....	7,23	2,27	0,314
» IV.....	5,91	1,83	0,309
» V.....	3,83	1,20	0,313

Ces résultats s'appliquent à la température de 900°. Ils sont autres à la température de 1200°. C'est ainsi que les valeurs de $\frac{B}{A}$, pour la houille I, sont égales à 0,314 à 900° et à 0,370 à 1200°.

En résumé, déduction faite des carbonates et de l'eau pouvant être contenus dans ces houilles :

1° Une houille donne d'autant plus d'oxyde de carbone et d'acide carbonique par distillation qu'elle est plus oxygénée;

2° Pour la température de 900°, un peu moins du tiers de l'oxygène de la houille se retrouve dans l'acide carbonique et l'oxyde de carbone des gaz de distillation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de la barbaloïne en une aloïne isomère : la β-barbaloïne ; existence de cette dernière dans divers aloès.* Note de M. E. LÉGER, présentée par M. Guignard.

Les expériences bien connues de M. E. Jungfleisch ([1]) sur les acides tartriques ont montré que les composés doués du pouvoir rotatoire sont susceptibles de se transformer, sous l'influence de la chaleur, en leurs divers isomères optiques. Les travaux exécutés depuis leur publication, par de nombreux expérimentateurs, n'ont fait que confirmer l'exactitude de cette règle.

J'ai pensé que les aloïnes, composés dans lesquels j'ai reconnu l'existence du pouvoir rotatoire ([2]) pourraient également s'isomériser sous l'influence de la chaleur. Mes expériences ont porté jusqu'ici sur la barbaloïne.

12g de barbaloïne sont répartis, par fractions de 2g, dans 6 fioles coniques de 125cm³. Toutes les fioles sont portées dans une étuve chauffée à 160°-165° et maintenues à cette température pendant 3 heures. La matière fond d'abord, puis se boursoufle, par suite du dégagement de l'eau de cristallisation qu'elle contient. Après les 3 heures de chauffage, le produit fondu a pris une coloration brun noir. Il renferme la barbaloïne modifiée que j'appellerai *β-barbaloïne.*

Cette β-barbaloïne est incristallisable, mais il est facile de la transformer en un dérivé chloré qui cristallise facilement.

Pour cela, on dissout, à froid, le contenu de chaque fiole dans 10cm³ d'acide chlorhydrique pur, concentré, du commerce; on ajoute à la solution, peu à peu et en refroidissant, 1g de chlorate de potassium pulvérisé. Le produit chloré brut est lavé à l'eau, puis on le fait cristalliser dans l'alcool à 90°. On obtient ainsi des aiguilles prismatiques, jaunes, qui, après dessiccation, répondent à la formule $C^{21}H^{16}Cl^{4}O^{9}$. — *Analyse :* trouvé : Cl 25,34; calculé : 25,27. Eau de cristallisation : trouvé : 10,50; calculé pour $4H^2O$: 11,50.

([1]) *Comptes rendus*, 1872.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1584.

Remarquons que la barbaloïne dont on est parti fournit un dérivé chloré cristallisable, non pas en aiguilles, mais en tables, d'assez grande dimension, dérivées d'un prisme clinorhombique (Wyrouboff); de plus, elles renferment $1\frac{1}{2}H^2O$. Il y a donc eu transformation de la barbaloïne sous l'influence de la chaleur.

Cependant le dérivé chloré en aiguilles dont il vient d'être question n'est pas un corps homogène; il renferme, à l'état de combinaison, une certaine quantité de chlorobarbaloïne. C'est ce que montre l'observation suivante :

Si, au lieu de traiter directement par HCl le produit brut de l'action de la chaleur sur la barbaloïne, on reprend ce produit par l'alcool absolu bouillant, il reste un résidu noir insoluble tandis que la liqueur alcoolique, filtrée et convenablement concentrée, laisse déposer des cristaux. Or ces cristaux donnent un dérivé chloré tout à fait semblable à celui de la barbaloïne. Si, d'autre part, après avoir séparé toute la portion cristallisable dans l'alcool absolu, on transforme, comme ci-dessus, le résidu amorphe en dérivé chloré, on obtient un corps cristallisé en aiguilles prismatiques répondant à la formule $C^{21}H^{16}Cl^4O^9 + 5H^2O$. — *Analyse :* trouvé : Cl 25,27; calculé : 25,27. Eau de cristallisation : trouvé : 15,23; calculé : 13,97.

J'ai montré (¹) que la barbaloïne pouvait être considérée comme une sorte d'éther-oxyde renfermant les éléments d'une trioxyméthylantraquinone : la méthylisoxychrysasine, et ceux d'un sucre que je suppose être un méthylaldopentose. Comme les oxyméthylanthraquinones ne sont pas modifiables dans les conditions expérimentales ci-dessus énoncées, il faut bien admettre que la modification a porté sur le sucre pentosique; la nouvelle aloïne produite ne peut donc être qu'un isomère optique de la barbaloïne.

La β-barbaloïne semble exister dans divers aloès; voici ce qui tend à le prouver.

Après avoir enlevé à l'aloès du Cap la barbaloïne qu'il renferme en suivant la méthode que j'ai indiquée (²), si l'on transforme en dérivé chloré le résidu amorphe provenant de l'évaporation des liqueurs mères, on obtient une aloïne chlorée cristallisant en aiguilles, ayant la composition de la β-barbaloïne chlorée.

Analyse. — Trouvé : Cl 25,01 ; calculé : Cl 25,27. Eau de cristallisation : trouvé 14,44; calculé, pour $5H^2O$, 13,97.

Le même corps s'obtient avec l'aloès de l'Ouganda privé de barbaloïne.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXXIV, p. 1584.
(²) *Comptes rendus,* t. CXXXI, p. 55.

Analyse. — Trouvé : Cl 25,49; calculé : Cl 25,27. Eau de cristallisation : trouvé 13,52; calculé, pour $5H^2O$, 13,97.

Lo β-barbaloïne bromée $C^{21}H^{16}Br^4O^9$ se dépose de l'alcool à 90° en aiguilles qui, contrairement à celles de la barbaloïne bromée, sont peu solubles à froid.

Analyses. — Trouvé : Br 42,40 (Cap); 43,03 (Ouganda); 43,48 (Succotrin); calculé : 43,71. Eau de cristallisation : trouvé : 11,74; 11,35; calculé : 12,12.

Si l'on traite par l'acide chlorhydrique et le chlorate de potassium, non plus la fraction de l'aloès du Cap, dont on a enlevé la barbaloïne, mais bien cet aloès lui-même, on obtient, après cristallisation dans l'alcool, un dérivé chloré formé entièrement d'aiguilles. C'est la reproduction de ce qui se passe avec la barbaloïne chauffée à 160°-165°. Les deux aloïnes chlorées se déposent ensemble sous forme de combinaison. 100g d'aloès du Cap fournissent ainsi de 20g à 22g d'aloïnes chlorées anhydres, alors que les 5 ou 6 pour 100 de barbaloïne cristallisable qu'on peut en extraire n'en fourniraient que 6g,25 à 7g,50.

La conclusion qui découle de cette observation, c'est que l'aloès du Cap est beaucoup plus riche en aloïnes qu'on ne l'admet généralement, mais qu'une partie de ces aloïnes existe à l'état d'aloïne amorphe, ou β-barbaloïne.

J'ai observé des faits semblables avec d'autres aloès. L'aloès de l'Ouganda, le Succotrin, par exemple, m'ont donné respectivement 20,10 et 23,35 pour 100 d'aloïnes chlorées anhydres en aiguilles, tandis que, d'après leur teneur en barbaloïne hydratée, les rendements auraient dû être beaucoup moindres. Il faut donc admettre que ces deux derniers aloès renferment également une quantité importante d'aloïne amorphe. Cette constatation est intéressante en ce sens qu'elle explique pourquoi il existe peu de différence entre l'action purgative des aloès et celle des aloïnes que l'on peut en extraire.

Dans le traitement des aloès bruts du Cap et de l'Ouganda par HCl et ClO^3K, j'ai observé la formation, à côté des aloïnes chlorées, d'un corps cristallisable en aiguilles blanc jaunâtre, donnant avec l'acide acétique et l'alcool des solutions jaune citron. Ce corps diffère totalement des aloïnes chlorées, tant par ses propriétés que par sa composition. Sa formule brute $C^{11}H^4Cl^4O^3$ est celle d'une oxyméthylnaphtoquinone tétrachlorée. J'ai entrepris l'étude de ce corps et j'espère arriver à reconnaître si sa constitution est bien celle que je viens d'indiquer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dissociation des combinaisons de colorants acides aux colorants basiques par les substances adsorbantes.* Note de M. L. Pelet-Jolivet, présentée par M. A. Haller.

Les solutions aqueuses de colorants basiques sont précipitées par de nombreux colorants acides. Le colorant en excès détermine la couleur de la solution et par des essais à la touche, sur papier Joseph, il est facile de suivre le changement de nuance et d'apprécier le moment précis où la teinte vire ([1]).

En filtrant le précipité obtenu au point de virage et en le lavant longtemps à l'eau distillée, on élimine totalement le résidu salin; le produit obtenu possède une composition définie, on doit le considérer comme la combinaison de la base colorante au résidu organique du colorant acide.

Le dérivé ainsi obtenu du ponceau cristallisé $C^{10}H^7NNC^{10}H^4OH(SO^2ONa)^2$ et du bleu de méthylène $C^{16}H^{18}N^3S.Cl$ donne à l'analyse des nombres correspondant à la formule $C^{10}H^7NNC^{10}H^4OH(SO^2O.C^{16}H^{18}N^3S)^2$.

J'ai trouvé également que 1^{mol} de ponceau cristallisé s'unit à 2^{mol} de fuschine et de safranine et 1^{mol} de jaune naphtol S à 2^{mol} de bleu de méthylène, de fuchsine et de safranine ([2]).

Le poids moléculaire de ces combinaisons, déterminé par cryoscopie dans la paratoluidine et le phénol, est d'un tiers à un quart inférieur au poids moléculaire théorique, ce qui s'explique par une dissociation très prononcée. Il y a aussi dissociation dans l'eau; une goutte de solution, placée sur du papier Joseph, forme une tache centrale de la nuance du colorant basique et une auréole de la teinte du colorant acide.

La solubilité de ces produits dans l'eau est beaucoup plus faible que celle de leurs composants, qu'ils soient à l'état de sel, de base ou d'acide.

Quelques-uns de ces complexes ont donné les solubilités suivantes:

Dérivé du ponceau cristallisé et du bleu de méthylène..	0^g,201	au litre à	100°
» » » ..	0,045	»	15
» de l'éosine » ..	0,158	»	15
» du jaune naphtol S » ..	0,042	»	15

([1]) Pelet et Garuti, *Dosage volumétrique des matières colorantes* (*Revue génér. des matières colorantes,* Paris, 1907, p. 269).

([2]) Seyewetz, *Thèse*, Lyon, 1900.

Les phénomènes suivants s'observent en ajoutant, à la solution aqueuse de ces combinaisons colorées, des substances adsorbantes, telles que la laine, le charbon animal, la silice précipitée et calcinée.

En solution neutre ou faiblement alcaline, le solide adsorbant dissocie la combinaison colorée et fixe exclusivement l'élément basique; la solution présente la teinte du colorant acide.

En solution acide, l'adsorbant dissocie aussi la combinaison, mais fixe l'élément colorant acide, tandis que la solution conserve la teinte du colorant basique.

Lorsque la concentration de l'acide dépasse une certaine valeur, l'adsorbant peut cependant précipiter une partie du colorant basique et prendre une teinte mixte. On observe cette réaction le plus facilement avec la silice; la laine, par contre, provoque toujours une dissociation nette.

La théorie chimique de la teinture ne peut expliquer ces faits, elle exigerait que les deux éléments colorés de la combinaison se fixassent également sur la laine; la théorie colloïdale de la teinture, au contraire, permet de les prévoir.

Les substances adsorbantes, telles que la laine, le charbon animal, la silice et autres solides à grande surface, sont à l'*état colloïdal;* en bain neutre ou alcalin, leur charge est négative, ils précipitent et fixent exclusivement le colorant basique (positif). En bain acide, l'adsorbant se charge positivement grâce aux ions $\overset{+}{H}$ de l'acide ajouté et dans ce cas fixe de préférence le colorant acide (négatif).

Il est maintenant facile de comprendre le rôle du colorant de Romanowsky-Giemsa, sur la nature duquel les micrographes ont beaucoup discuté ([1]). Ce réactif est une combinaison d'éosine et de bleu de méthylène dissoute dans l'alcool; il s'emploie pour colorer certaines bactéries ou protozoaires. Le noyau de la cellule fixe l'éosine et se teint en rose, tandis que la masse protoplasmique se colore par le bleu de méthylène.

Les considérations précédentes expliquent la nature et l'emploi du colorant de Romanowsky-Giemsa en micrographie; il est donc légitime de considérer le noyau des cellules fixant l'éosine comme des substances à l'*état colloïdal* et *chargées positivement*, tandis que la masse protoplasmique également colloïdale serait *chargée négativement*.

([1]) Marino, *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XIX, p. 351; Giemsa, *Ibid.*, t. XIX, p. 346.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la spartéine. Isomérisation de l'α-méthylspartéine.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 929) nous avons montré comment, du mélange complexe de bases obtenu par décomposition de l'hydrate de l'α-méthylspartéïnium, on pouvait extraire deux méthylspartéines isomériques dont l'une, l'α-méthylspartéine, est cristallisée et possède un pouvoir rotatoire de $\alpha_D = -55°,4$. Dans la présente Note, nous indiquerons les conditions dans lesquelles certains sels de l'α-méthylspartéine s'isomérisent.

1. Si l'on chauffe, en tubes scellés à 125°, le diiodhydrate d'α-méthylspartéine $C^{15}H^{25}(CH^3)N^2.2HI$ avec le double de son poids d'eau et qu'on décompose par la soude le produit de la réaction, on obtient, outre l'α-méthylspartéine provenant du sel non isomérisé, un produit solide blanc bien cristallisé soluble dans le chloroforme, peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante d'où il cristallise aisément par refroidissement. Ce sel possède la composition d'un monoiodométhylate de spartéine $C^{15}H^{26}N^2.CH^3I$, mais il diffère par ses propriétés et notamment son pouvoir rotatoire $\alpha_D = -16°,8$ des deux monoiodométhylates de spartéine connus. Nous démontrerons plus tard qu'il constitue l'iodométhylate d'une base nouvelle, isomérique avec la spartéine, l'*isospartéine*.

2. On obtient le même iodométhylate d'isospartéine, mais en faible quantité, quand on décompose simplement par un alcali, le diiodhydrate d'α-méthylspartéine. En épuisant à l'éther la liqueur alcaline, on observe, à la limite de séparation des deux liquides, la formation d'une couche plus ou moins épaisse d'un corps cristallisé qui n'est autre que l'iodométhylate d'isospartéine.

3. La meilleure méthode consiste à chauffer au bain-marie bouillant l'α-méthylspartéine, avec un léger excès d'acide sulfurique normal, jusqu'à ce que la solution qui, primitivement, réduisait énergiquement à froid le permanganate en liqueur sulfurique, soit sans action sur ce réactif. En neutralisant exactement l'excès d'acide sulfurique par l'eau de baryte et traitant par l'iodure de baryum on isole l'*iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine* : $C^{15}H^{26}N^2.CH^3I.HI + H^2O$. Ce sel est décomposé par les alcalis, avec production d'iodométhylate d'isospartéine.

Pour obtenir l'isospartéine elle-même, nous avons appliqué la méthode que nous avons instituée à propos des deux iodométhylates de spartéine et qui nous avait donné, dans ces cas, d'excellents résultats. Cette méthode consiste à décomposer par la chaleur les iodhydrates d'iodométhylates; il y

a départ d'iodure de méthyle et l'on obtient l'iodhydrate de la base correspondante.

Appliquée à l'iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine, cette réaction n'est point quantitative, comme dans le cas des sels correspondants de spartéine. Chauffé à 220°-225°, l'iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine perd de l'iodure de méthyle et laisse un résidu d'où l'on peut extraire, par action de l'eau chaude, un sel bien cristallisé répondant à la composition $C^{15}H^{26}N^2.HI$. C'est l'*iodhydrate d'isospartéine*.

Nous avons mentionné plus haut la transformation que l'action de l'eau à 125° fait subir au diiodhydrate d'α-méthylspartéine, l'action de la chaleur seule donne lieu à une réaction entièrement différente. Le diiodhydrate d'α-méthylspartéine, chauffé à 225°-230°, se décompose avec perte d'iodure de méthyle et laisse un résidu qui, traité par l'eau chaude, lui abandonne de l'iodhydrate d'isospartéine, identique à celui qui provient de la décomposition de l'iodhydrate d'iodométhylate.

L'iodhydrate d'isospartéine peut donc être obtenu par les deux réactions suivantes :

$$C^{15}H^{26}N^2.CH^3I.HI = CH^3I + C^{15}H^{26}N^2.HI$$

Iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine. — Iodhydrate d'isospartéine.

$$C^{15}H^{25}(CH^3)N^2.2HI = CH^3I + C^{15}H^{26}N^2.HI$$

Diiodhydrate d'α-méthylspartéine. — Iodhydrate d'isospartéine.

Dans cette dernière réaction, le diiodhydrate d'α-méthylspartéine s'isomérise vraisemblablement d'abord en iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'anilidophénosafranine symétrique phénylée*. Note de MM. **Ph. Barbier** et **P. Sisley**, présentée par M. A. Haller.

Dans un Mémoire antérieur nous avons montré que l'induline dite de Caro dérive de l'aposafranine et qu'elle est une anilido-aposafranine phénylée; nous allons faire voir qu'il existe des indulines se rattachant à la phénosafranine symétrique. L'azophénine, que Witt considère avec raison comme la substance mère des indulines, possède une constitution connue, c'est la dianilidoquinone-dianile ainsi que cela résulte des recherches synthétiques de Fischer et Hepp.

Les propriétés spéciales aux combinaisons paraquinoniques font de cette substance un agent de synthèse des matières colorantes particulièrement actif.

Malgré que l'azophénine ait déjà été utilisée pour la fabrication industrielle de colorants violet bleu et bleus dont la constitution est d'ailleurs restée inconnue, nous avons repris l'étude de cette réaction.

Lorsqu'on chauffe en vase clos à la température de 165°, pendant 6 à 7 heures, une solution alcoolique d'un mélange équimoléculaire d'azophénine et de paraphénylène-diamine on obtient un liquide fortement coloré en bleu violet qu'on soumet à un entraînement par la vapeur, ce qui sépare l'alcool ainsi qu'une certaine quantité d'aniline. La dissolution aqueuse précipitée par le sel fournit le colorant qui a pris naissance; on le redissout et on le reprécipite en répétant cette opération jusqu'à ce que les eaux mères ne se colorent plus par une goutte d'une solution de bichromate de potassium. Une dernière précipitation en liqueur tiède donne le colorant pur à l'état de chlorhydrate sous forme d'une poudre cristalline de couleur foncée avec un faible reflet métallique.

C'est le chlorhydrate de l'anilidophénosafranine symétrique phénylée

$$C^{30}H^{23}N^5, 2HCl,$$

il donne en effet un chloroplatinate en poudre brun rouge dont la teneur en platine et en azote correspond à la formule $C^{30}H^{23}N^5, 2HClPtCl^4$.

Ce colorant, qui est une véritable induline dérivée de la phénosafranine symétrique teint la soie et le coton mordancé en une belle nuance violet bleu.

La formation de cette induline est exprimée par le schéma ci-dessous :

C^6H^5NH, $C^6H^5N=$, N, $NH.C^6H^5$ (Azophénine) + NH^2, NH^2 (*p*.-phénylène-diamine.) $= H^2 + C^6H^5NH^2 +$ C^6H^5NH, $C^6H^5N=$, N, NH^2, N, C^6H^5 (Anilidophénosafranine symétrique phénylée.)

La paraphénylène-diamine se substitue à 1^{mol} d'aniline qui est mise en liberté, et sous l'influence oxydante de la dianilinoquinone-dianile le résidu C^6H^5NH se soude à la molécule de paradiamine avec départ de 1^{mol} d'hydrogène qui réduit une quantité correspondante d'azophénine. Nous avons isolé et caractérisé l'aniline qui prend naissance dans cette réaction.

La constitution de l'azophénine étant parfaitement établie, celle de l'indu-

line qui se forme en résulte; l'opération ayant été conduite avec beaucoup de ménagement et à une température relativement basse, il est difficile d'admettre la possibilité de changements intramoléculaires. Cette induline doit donc être considérée comme une phénosafranine symétrique anilidée et phénylée.

On voit en outre, par la formule de constitution à laquelle nous arrivons, que cette substance renfermant un résidu NH^2 admet l'existence de dérivés diméthylés ou diéthylés; c'est en effet ce qui arrive; si dans l'opération ci-dessus on remplace la paraphénylène-diamine par la paraphénylène-diamine diméthylée dissymétrique ou par le dérivé diéthylé on obtient une diméthyl ou une diéthylphénosafranine symétrique anilidée et phénylée qui sont des colorants solubles dans l'eau et à nuances plus bleues que celle du colorant non substitué.

GÉOLOGIE. — *Le gisement de cuivre d'Evergreen*. Note de M. **Étienne-A. Ritter**, présentée par M. Michel Lévy.

Le gisement de cuivre d'Evergreen est situé dans le comté de Gilpin, au Colorado (États-Unis). Les schistes cristallins de l'archéen ont été traversés par un dyke d'une roche spéciale faite de quartz, d'orthose et d'albite, souvent sous forme de microperthite, par de l'augite passant à l'ægirine, et par de longues aiguilles d'enstatite et de diallage. Cette roche éruptive est probablement d'âge tertiaire. L'épaisseur du dyke varie entre 1^m et 4^m; il a fortement altéré les schistes cristallins à son contact sur une zone métamorphique de 20^m d'épaisseur; les schistes cristallins ont été transformés en pseudo-quartzites et en pseudo-gneiss, suivant que l'apport local dans tel ou tel banc était plus particulièrement quartzeux ou feldspathique. Le fait le plus intéressant est l'addition des pyroxènes, qu'on trouve toujours là où l'injection est visible, mais dont la proportion est extrêmement variable suivant les bancs, et peut même finir par changer la roche en une pyroxénite.

Le dyke a arraché à ses parois un très grand nombre d'enclaves; il devait être déjà à un état semi-visqueux au moment de sa montée, car il n'a pas pu les assimiler même sur leurs bords.

La roche éruptive présente un type granulitique, avec tendances microgranulitique et micropegmatitique, et un type porphyritique, qui sont très

distincts par places et ailleurs se fondent l'un dans l'autre. Ces différences proviennent de l'abondance ou de la rareté du quartz ou des pyroxènes.

Les relations de la roche éruptive avec les minerais de cuivre sont très nettes. Le minerai de cuivre se rencontre dans la roche éruptive elle-même, aussi bien que dans la zone métamorphique qui borde le dyke. La bornite et la chalcopyrite sont des minéraux constituants de la roche éruptive. Dans les coupes minces, où la bornite se montre comme minéral constituant de la roche, on voit qu'elle n'a pas cristallisé à un moment unique. Le fait que ce minéral est un sulfure et non un silicate lui a donné une mobilité spéciale. Il en résulte qu'on le trouve en inclusions dans le quartz, les orthoclases, l'augite, et au cœur de faisceaux d'aiguilles d'enstatite et de diallage, alignées et juxtaposées, montrant qu'il a cristallisé parfois avant chacun de ces différents minéraux. D'autre part, on rencontre des plages de bornite qui englobent, à un point ou à un autre, chacun de ces différents silicates. Une coupe curieuse montre des cristaux d'enstatite et de diallage qui ont cristallisé avec la bornite, comme le quartz et le feldspath le font dans la pegmatite graphique.

Le gîte présente aussi des altérations secondaires, comme la transformations des sulfures de cuivre en carbonates, près de la surface, et un enrichissement secondaire de la bornite et de la chalcopyrite en covellite au niveau de 50^m à 60^m de profondeur.

MINÉRALOGIE. — *Sur la rencontre du granite dans la cheminée diamantifère de Beers.* Note de M. **L. De Launay**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans une Communication du 2 août 1897 sur les roches diamantifères du Cap et dans l'Ouvrage sur *Les diamants du Cap*, où j'ai pu donner plus de développement à la même idée (¹), j'avais annoncé, alors que les travaux de la mine de Beers étaient à 400^m de profondeur dans les quartzites, que ces travaux atteindraient assez prochainement un soubassement granitique, probablement vers 600^m. Le dernier rapport de la Compagnie montre que l'on a atteint, en effet, le granite, comme je l'avais fait prévoir, presque exactement à la profondeur prévue, à 641^m, et, depuis ce moment, on a foncé, dans ce granite, plus de 200^m. Cette constatation est fort intéressante

(¹) *Les diamants du Cap*, 1897, p. 121.

comme confirmation de la théorie que j'avais développée, à la suite d'études faites dans la mine, sur la formation de ces cheminées éruptives. Elle achève bien, en effet, de prouver l'origine infragranitique du diamant. Elle permet aussi de mesurer, en quelque sorte, la force de projection de l'éruptivité; car, dans ma Note de 1897, je m'étais fondé, pour prévoir l'approche du soubassement granitique, non sur des coupes de la région inexistantes, mais sur l'augmentation progressive, dans la roche diamantifère, des fragments de granite, supposés remontés du fond (*floating reefs*); admettant que l'éruption avait traversé à l'emporte-pièce, de bas en haut, les terrains encaissants et remonté les fragments pris aux parois d'une hauteur à peu près équivalente, j'avais comparé mes propres observations sur la proportion des débris granitiques avec ce qui s'était passé antérieurement pour les autres roches des parois empruntées à des bancs supérieurs et dont l'apparition moyenne dans la cheminée avait toujours eu lieu environ 170^m au-dessus de leur gîte en place dans la paroi perforée. Ici la remontée moyenne a été d'environ 200^m. A la mine voisine de Kimberley, pour laquelle les blocs flottants ne présentaient pas les mêmes caractères, on est encore à 840^m dans les conglomérats du Vaal.

BOTANIQUE. — *Remarques sur les affinités des Malpighiacées de Madagascar, à propos du genre nouveau* Tricomariopsis. Note de M. **Marcel Dubard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La classification actuelle des *Malpighiacées* à fruits munis d'ailes (*Pterygophorées*) sépare d'une façon presque absolue dans des tribus différentes les genres appartenant à l'ancien et au nouveau monde. Les *Aspidopteridinées* appartiennent surtout à l'Asie méridionale, à la Malaisie, quelque peu à l'Afrique et sont représentées en particulier à Madagascar par le genre *Microsteira* et par certaines espèces de *Triaspis* et de *Tristellateia;* les *Sphédamnocarpinées* présentent une répartition analogue avec quelques espèces d'*Acridocarpus* à Madagascar. Quant aux *Mascagniinées, Tricomariées* et *Banistériées,* elles sont toutes américaines à part de très rares exceptions dans ce dernier groupe et n'ont jusqu'à présent aucun représentant signalé dans la grande île.

Cependant il semble qu'une connaissance plus approfondie des Malpighiacées africaines et malgaches doive mettre en évidence des points de contact

plus nombreux entre ces groupes encore aujourd'hui très tranchés. Le *Sphedamnocarpus madagascariensis* de Baker ([1]), retiré par cet auteur du genre *Banisteria*, où l'avait placé de Jussieu ([2]), présente des styles courts et non recourbés qui ne permettent guère de le maintenir à sa place actuelle et, vu la régularité parfaite de sa fleur, semble bien une forme de passage entre les deux genres, où on l'a successivement rangé.

L'examen d'un échantillon recueilli dans la forêt de la Mandraka, en plein centre de Madagascar, par M. d'Alléizette, m'amène, d'autre part, à créer un genre nouveau, dont les affinités me paraissent intéressantes; en voici les principaux caractères :

Les feuilles sont opposées, à limbe presque arrondi, légèrement acuminé, recouvertes, ainsi que les rameaux, d'une épaisse pubescence fauve, formée de poils en navette; la nervure médiane porte latéralement à sa base deux glandes arrondies; le limbe en présente également deux au voisinage des premières.

Les inflorescences élémentaires sont constituées par des ombelles pauciflores, munies d'un petit involucre. Celles-ci sont groupées vers l'extrémité des rameaux et naissent à l'aisselle des dernières paires de feuilles, de manière à constituer des grappes interfoliées.

Le calice a 5 sépales, velus extérieurement, glabres en dedans, dépourvus de glandes; la corolle a 5 pétales formés d'un très court onglet, surmonté d'un limbe arrondi auriculé à la base; l'androcée possède de 11 à 15 étamines, égales, légèrement soudées entre elles par la base de leurs filets, à connectif élargi dorsalement, loges subparallèles. Cette androcée accuse une tendance très nette à la méristémonie, le nombre des étamines étant constamment de 10 chez les Malpighiacées; il n'est pas rare de trouver 2 étamines voisines soudées entre elles sur toute la longueur de leur filet et dont les anthères seules sont libres.

L'ovaire est formé de 3 carpelles, soudés, présentant chacun un angle dorsal saillant, surmonté de 3 styles indépendants, courts, assez trapus, très peu divergents, s'étalant à la partie supérieure en un stigmate formé d'une lame semi-circulaire, denticulée. Chaque angle saillant de l'ovaire présente vers le haut l'amorce d'une aile portant une touffe de soies raides, alors que le reste de la surface ovarienne est glabre; chaque loge renferme un seul ovule hyponaste, pendant, semi-anatrope, à raphé tourné du côté de l'axe.

En résumé : 1° L'ensemble des caractères précédents et particulièrement ceux fournis par l'androcée et par les carpelles justifient la création d'un genre nouveau, que je nomme *Tricomariopsis*, pour rappeler l'aspect parti-

---

([1]) BAKER, *Journ. Linn. Soc.*, t. XX.

([2]) A. DE JUSSIEU, *Arch. Mus.*, t. III.

culier de l'ovaire; quoique je n'aie pu examiner le fruit, la constitution même de l'ovaire laisse en effet supposer que les trois akènes portent chacun sur leur aile dorsale une touffe de soies raides; dans tous les cas, même si l'aspect de l'ovaire se modifie pendant sa transformation en fruit, ses particularités initiales rappellent le type tricomarié; l'espèce considérée sera le *T. Madagascariensis*.

2° Le nouveau genre forme une transition naturelle entre les *Banistériées* et les *Tricomariées*, fait d'autant plus curieux à signaler que ces deux tribus sont presque exclusivement américaines.

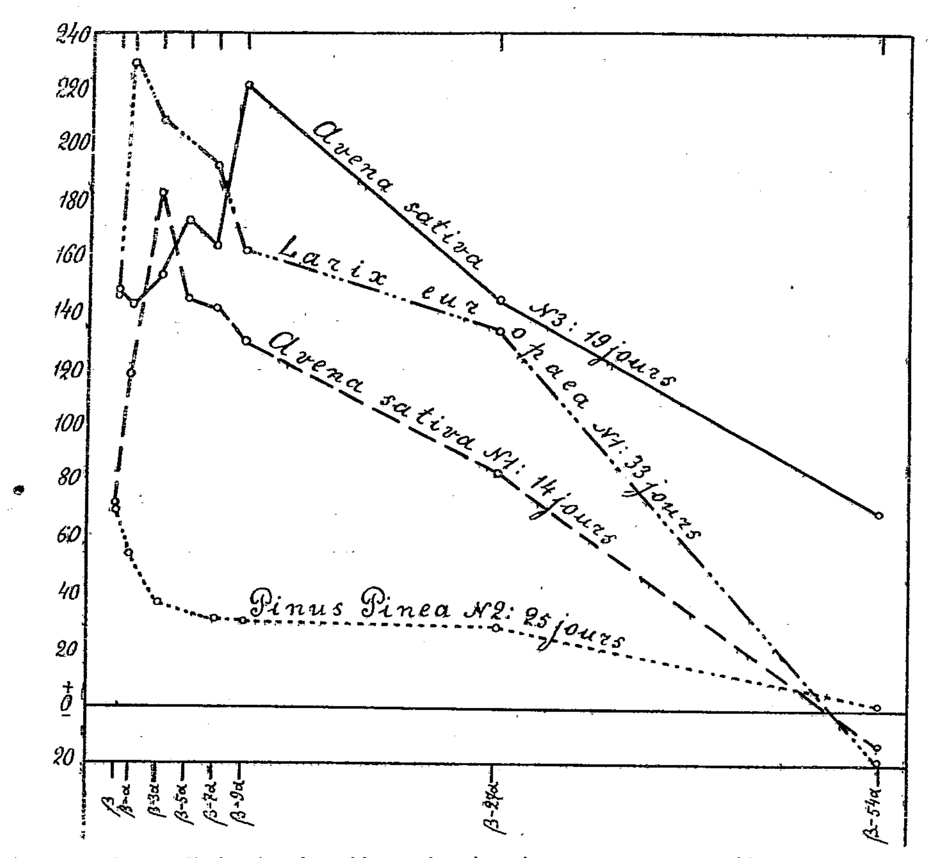
3° Il relie les *Malpighiacées* avec le groupe des *Dialypétales méristémones*, par le dédoublement plus ou moins accentué des étamines typiques.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les variations du poids sec chez les végétaux supérieurs, aux différentes intensités lumineuses*. Note de M. **W. Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai signalé dans des recherches antérieures que l'incorporation, soit de certains sucres artificiellement fournis à la plante, soit de matières organiques provenant des réserves de graines ou de bulbes augmente avec la lumière jusqu'à un maximum et diminue ensuite quand l'intensité lumineuse continue à croître. J'ai fait aussi remarquer que la quantité de lumière optima pour l'incorporation des matières organiques est relativement faible et, dans la plupart des cas, insuffisante pour que l'appareil chlorophyllien puisse manifester un travail appréciable. Il est légitime alors de se demander comment se comporte, à ce point de vue, une plante verte qui n'a à sa disposition que des matières organiques provenant de l'assimilation chlorophyllienne de cette plante. On peut penser *a priori* que, dans la nature, la plante, étant exposée à un éclairement variable, profite pendant certaines heures de la journée des radiations relativement fortes pour décomposer le gaz carbonique et lorsque l'intensité lumineuse est trop faible pour ce travail, elle incorpore des matières hydrocarbonées accumulées dans ses feuilles. La résultante de ce double rôle de la lumière, suivant son intensité, doit se traduire par la quantité de substance sèche produite par la plante. Si les choses se passent ainsi, il est intéressant de rechercher quel est l'optimum d'éclairement naturel qui réalise la production maxima de substance sèche.

Pour résoudre cette question j'ai entrepris pendant cet été, au Laboratoire de

Biologie végétale de Fontainebleau, une série d'expériences qui consistaient à faire pousser les plantes sous des châssis dont les parois vitrées étaient enveloppées par des couches de papier mince paraffiné ou de papier blanc ordinaire en nombre plus ou moins grand. Sept châssis, disposés en une rangée, étaient fixés sur le sol et orientés de façon que leurs couvercles se trouvaient tournés vers le sud et inclinés à 45° par



Augmentation ou diminution du poids sec des plantules par rapport au poids sec des graines. Sur l'axe des abscisses sont marqués les points correspondant aux différentes intensités lumineuses. Les ordonnées représentent l'augmentation (au-dessus du zéro) ou la diminution (au-dessous du zéro), du poids sec des plantules pour 100 du poids sec des graines.

rapport à l'horizon. Le renouvellement de l'air était assuré et, en outre, la température sous les châssis égalisée par un courant d'eau qui coulait sur les couvercles de verre. En désignant par β l'intensité lumineuse du jour à un moment donné, j'ai trouvé, à l'aide d'un dispositif spectrophotométrique spécial, que les intensités sous les divers châssis étaient respectivement $\beta - \alpha$, $\beta - 3\alpha$, $\beta - 5\alpha$, $\beta - 7\alpha$, $\beta - 9\alpha$, $\beta - 27\alpha$, $\beta - 54\alpha$, étant donné que α est égal à la quantité de lumière absorbée par une plaque de verre ordinaire de 5^{mm} d'épaisseur.

Je fais germer des graines dans des pots remplis tantôt avec de la terre du jardin, tantôt avec du sable; puis, au moment où les plantules ont atteint une certaine taille, je choisis des pots contenant les échantillons à un même stade de développement et je les place sous les châssis. Au bout de 10, 15, 20 ou 30 jours je retire les pots et je détermine les dimensions des plantules, leur poids frais et leur poids sec.

J'ai constaté de cette façon que l'augmentation maxima du poids sec ne correspond que rarement à l'éclairement le plus fort qu'on trouve dans la nature. Sur 34 expériences faites avec 12 espèces, j'ai observé dans 7 cas seulement que le rendement a été maximum chez les plantes témoins exposées à l'air libre. Dans toutes les autres expériences, c'est toujours à une intensité atténuée de la lumière du jour que les plantes ont présenté un poids plus considérable de substance sèche. Pour donner une idée de la répartition du poids sec des plantules suivant l'éclairement, je joins à cette Note quelques courbes qui montrent l'augmentation du poids sec des plantules par rapport au poids sec des graines.

Comme on le voit sur les courbes relatives à l'*Avena* et au *Larix*, un certain affaiblissement de la lumière du jour favorise l'augmentation du poids sec dans une proportion très considérable. On comprend aisément que ce degré d'affaiblissement, correspondant au poids sec maximum, ne doit pas être le même suivant que l'intensité lumineuse à l'air libre est plus ou moins forte. C'est, en effet, ce que montrent les deux courbes relatives à l'Avoine : dans l'expérience n° 1, le ciel n'a été pur que pendant 6 jours seulement sur 14, et le rendement maximum a été obtenu avec l'intensité $\beta - \alpha$; dans l'expérience n° 3, il y a eu une belle lumière pendant 15 jours sur 19, et dès lors il a fallu un affaiblissement plus considérable de cette lumière intense ($\beta' - 9\alpha'$) pour obtenir l'optimum d'éclairement qui correspondait à la plus forte production de substance sèche. La courbe relative au *Pinus Pinea* montre un exemple de coïncidence du poids sec maximum, avec l'éclairement du jour non affaibli.

On voit, d'après ces données, que la production de substance sèche par la plante verte augmente avec la lumière jusqu'à un certain maximum et diminue ensuite. Dans la plupart des cas l'optimum d'éclairement est inférieur à l'éclairement naturel que la plante reçoit pendant une journée claire de l'été. La cause de l'influence défavorable d'une forte lumière prolongée, sur l'augmentation du poids sec, doit être attribuée, suivant les idées exposées au commencement de cette Note, à l'action retardatrice que provoque cette lumière sur l'incorporation de certaines substances organiques prove-

nant de la décomposition du gaz carbonique par l'appareil chlorophyllien de la feuille.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'état hygrométrique de l'air sur la conservation des graines.* Note de M. E. **Demoussy**, présentée par M. L. Maquenne.

Des nombreuses recherches portant sur la conservation des graines il résulte que celles-ci peuvent être à l'état de vie ralentie ou de vie suspendue. Dans les conditions ordinaires elles renferment un peu d'eau et dégagent des traces de gaz carbonique provenant de l'action lente des diastases : c'est la vie ralentie; la graine se désorganise alors peu à peu et devient, après un temps variable, incapable de germer. Parfaitement sèche et à l'abri de l'air elle est pour ainsi dire inerte, comme l'a montré M. Maquenne : c'est l'état de vie suspendue; elle doit alors se conserver indéfiniment; c'est ce que confirment un certain nombre d'expériences faites dans ce sens, quoique d'une durée encore forcément limitée. Si les graines, sans être absolument privées d'eau, sont maintenues dans un local sec, elles peuvent garder leurs facultés germinatives pendant un temps très long; ainsi M. P. Becquerel a trouvé dans les collections du Muséum un grand nombre de graines capables de germer après plus de 50 ans.

Il m'a paru intéressant de rechercher comment la durée de la vie des graines est influencée par la présence d'un certain taux d'humidité dans l'air.

A cet effet, j'ai disposé des lots de graines dans une série de vases clos maintenus à 25°, l'état hygrométrique de l'air variant d'un vase à l'autre. Ce résultat était obtenu en plaçant, à côté des graines, des solutions de potasse caustique de concentrations différentes, possédant par suite des tensions de vapeurs différentes, et ayant en outre l'avantage de soustraire les graines à l'action toxique de l'acide carbonique qu'elles émettent. Les valeurs de ces tensions étaient déterminées au moyen d'un manomètre différentiel, en les comparant à la tension connue de l'eau pure.

Les liqueurs employées renfermaient respectivement $2^g,8$, 14^g, 28^g, 42^g, 56^g et 70^g de KOH dans 100^{cm^3}, et avaient pour tensions de vapeur à 25° : $23^{mm},0$, $19^{mm},2$, $16^{mm},9$, $12^{mm},0$, $7^{mm},2$ et $3^{mm},0$. La tension maximum de la vapeur d'eau pure à 25° étant de $23^{mm},6$, on peut considérer comme

saturé l'air au contact du premier liquide; les autres atmosphères avaient des états hygrométriques égaux à 0,8, 0,7, 0,5, 0,3, 0,13. Enfin un dernier vase recevait de la potasse solide destinée à dessécher complètement l'air.

Le pouvoir germinatif des graines a été déterminé de mois en mois pendant près d'un an.

1° *Air presque saturé d'humidité.* — Les graines s'altèrent rapidement : dès le premier mois la diminution du pouvoir germinatif était des trois quarts environ pour les oignons, le cerfeuil, le panais; de moitié pour les haricots, lupins blancs, lentilles, tabacs, campanules, coquelicots, digitales; d'un tiers pour le blé, le sarrasin et le trèfle; d'un quart pour l'avoine, la laitue, les carottes et les radis. Peu de graines de choux, de luzerne, de betteraves étaient mortes; le colza, le cresson alénois, l'orge et le riz germaient aussi bien qu'au début. A la fin du second mois, seuls restaient vivants les colzas, betteraves, cressons, choux et tabacs avec un déchet variant de 12 à 70 pour 100. Après 3 mois, toutes les graines étaient mortes.

2° *État hygrométrique* 0,8. — Les graines se conservent assez bien pendant le premier mois; l'échelle de résistance est la même que précédemment, avec une perte plus faible. Après deux mois, mort des haricots, trèfles, cerfeuils, panais, digitales, sarrasins et oignons; quelques campanules germent encore; pour les autres le déchet est de 50 pour 100 en moyenne. A la fin du troisième les lupins et les lentilles ne germent plus; les trois quarts des avoines, luzernes, carottes, campanules et coquelicots sont morts. Les espèces qui résistent le mieux sont les choux, cressons, radis, betteraves, blés, tabacs, orges, riz et colzas. Après six mois tout est mort.

3° *État hygrométrique* 0,7, c'est-à-dire voisin de l'état hygrométrique moyen de l'air à Paris. — Aucun changement le premier mois. Le second mois tous les panais sont morts; pour les autres il y a un déchet qui atteint 75 pour 100 pour les coquelicots et les digitales, 20 à 30 pour 100 pour les haricots, lentilles, trèfles, sarrasins, avoines, tabacs, carottes, cerfeuils et campanules, et seulement 5 à 10 pour 100 pour les autres graines. Après trois mois les pertes s'accentuent : toutes les digitales sont mortes, ainsi que 75 pour 100 de l'avoine, du cerfeuil et des oignons. Le sixième mois, mort des haricots, trèfles, sarrasins, avoines, cerfeuil et oignons; perte très forte pour la laitue et l'orge (90 pour 100), les coquelicots et campanules (80), les carottes et choux (75), le blé et les betteraves (60), les lentilles et le riz (50), beaucoup moindre pour le tabac, le cresson et les lupins (30), les radis (15), les colzas (5). Le neuvième mois, les laitues, campanules et coquelicots ne germent plus; chez les autres espèces la perte a augmenté d'environ 5 pour 100.

4° *État hygrométrique* 0,5. — Les panais sont morts dès le troisième mois; mais toutes les autres graines se sont bien conservées pendant 6 mois. Après 9 mois, les pertes pour 100 sont : digitales 90, coquelicots 80, cerfeuil 30; haricots, trèfle, carottes, oignons, avoine, sarrasin, betteraves, 15 à 20; pertes très faibles ou nulles pour les autres graines.

5° *État hygrométrique* 0,3. — Le déchet n'est sensible, vers la fin du dixième mois, que pour coquelicots et digitales (70 pour 100), panais et cerfeuil (30), carottes, lentilles, sarrasin (20).

6° *État hygrométrique* 0,13. — Résultats analogues aux précédents.

7° Enfin, après 10 mois de séjour dans l'*air sec*, le pouvoir germinatif a baissé de 70 pour 100 pour les coquelicots, de 50 pour les digitales, de 30 pour le cerfeuil, de 10 pour l'avoine, le panais, les haricots et les campanules, très peu ou pas du tout pour les autres.

En résumé, lorque l'état hygrométrique, à 25°, est supérieur à 0,7, beaucoup de graines périssent rapidement; les Crucifères sont parmi les plus résistantes. Dans des atmosphères moins humides, la conservation est meilleure; il y a des pertes sensibles pour quelques espèces, comme le cerfeuil, les coquelicots et digitales, qui sont d'ailleurs les seules qui aient éprouvé un déchet notable dans l'air sec. Le panais, réputé très altérable, se comporte cependant assez bien lorsque l'état hygrométrique s'abaisse à 0,3, autant qu'il est possible d'en juger, étant donné qu'au début le pouvoir germinatif n'était que de 35 pour 100.

Le cas du riz est particulièrement intéressant. On sait que dans les rizières il peut germer tout en étant recouvert d'une couche d'eau très épaisse; or ici je n'ai pas trouvé qu'il résistât mieux que les autres graines dans des atmosphères très humides.

J'ai eu à ce propos l'occasion de vérifier l'expérience de Takahashi; d'après cet auteur, le riz n'a pas besoin d'oxygène pour germer. En effet, quoique j'aie éliminé l'oxygène avec le plus grand soin, par le vide ou à l'aide d'une solution alcaline de pyrogallol placée au voisinage des graines, celles-ci ont toujours donné des germes de plus de 1^{cm} lorsqu'elles ont été mises au contact de l'eau.

Il est aisé de vérifier que le riz germe parfaitement lorsqu'il est immergé dans l'eau à une grande profondeur. On sait qu'il n'en est pas de même pour les autres espèces; il y a alors formation d'alcool et d'acide carbonique. Les graines perdent rapidement leur pouvoir germinatif; si elles ne sont pas tuées par une immersion de 8 jours (en milieu aseptique), elles sont en général mortes à la fin de la deuxième semaine.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les inosites du Gui.* Note de M. **Georges Tanret**, présentée par M. Armand Gautier.

L'inosite racémique, découverte en 1890 par MM. Maquenne et Ch. Tanret, avait été obtenue artificiellement en mélangeant deux solutions équimoléculaires d'inosite droite et d'inosite gauche, ces deux derniers sucres pro-

venant de la déméthylation le premier de la pinite, le second de la québrachite. Je viens de la rencontrer dans le Gui, accompagnée d'une notable quantité d'inosite ordinaire.

I. *Baies.* — Les baies mûres sont, après broyage, épuisées en trois reprises par trois fois leur poids d'alcool à 95° bouillant. Après 24 heures l'alcool est séparé des sels et d'une gomme qui se déposent d'abord, puis on l'abandonne à lui-même. Au bout d'une quinzaine de jours on recueille les cristaux qui se sont formés : pour les purifier, on les fait recristalliser dans l'eau après défécation par quelques gouttes de sous-acétate de plomb et élimination du plomb en excès. Ils sont blancs, de saveur sucrée, contiennent 16 pour 100 d'eau de cristallisation, et après déshydratation fondent à 224° ; leur solution est sans action sur la lumière polarisée, ne réduit pas la liqueur de Fehling, mais la colore en vert à chaud ; oxydés par NO^3H, puis traités par NH^3 et l'acétate de baryte, ils donnent la réaction de Scherer : l'éther acétique de ce sucre fond à 212°. C'est donc de l'*inosite inactive*, analogue à celle des muscles, des feuilles de noyer ou des haricots verts. 1kg de baies fraîches, récoltées fin décembre, a ainsi donné, de premier jet, 5g,90 d'inosite.

L'alcool d'où l'on avait séparé l'inosite a ensuite été distillé et repris par l'eau. Des dosages faits au Fehling et au polarimètre ont montré que les matières solubles dans l'eau des baies de Gui (¹) contiennent 34 pour 100 de sucres réducteurs (glucose et lévulose) et 18 pour 100 de saccharose. Par fermentation on s'est débarrassé de ces sucres, puis la liqueur a été déféquée au sous-acétate de plomb et, après élimination de l'excès de plomb, amenée à l'état de sirop. Celui-ci, lavé à l'alcool à 95°, puis repris par une petite quantité d'eau, a été mis à cristalliser.

Après lavage à l'alcool faible, les cristaux (10g environ par kilogramme de baies fraîches) donnent de façon intense la réaction de Scherer. On les a dissous dans l'eau. Par concentrations successives on a recueilli une série de cristallisations : les premières étaient constituées par une fine poudre cristalline, les dernières par de gros cristaux, et leur point de fusion variait depuis 250° jusqu'à 225°. Il s'agissait donc d'un mélange. Mais l'action des solvants ne m'a pas permis d'isoler des corps ayant un point de fusion rigoureusement constant. On a alors acétylé le tout par l'anhydride acétique et le chlorure de zinc, dans l'espoir de fractionner plus aisément les éthers obtenus et d'isoler ensuite les sucres à l'état de pureté. Le mélange des acétines a donc été dissous dans six ou sept fois son poids d'alcool à 90° chaud. Par refroidissement on a recueilli les cristaux les moins solubles ; ils fondaient à 212°, point de fusion de l'acétine de l'inosite inactive ; la solubilité de cet éther dans l'alcool à 90° est très faible (1 partie dans 540 parties à 21°). Par évaporation lente de l'alcool on a ensuite recueilli les cristaux de l'autre acétine : ils fondaient à 111°.

Cette acétine, saponifiée par SO^4H^2 à 2,5 pour 100, a permis d'isoler le

---

(¹) Les baies analysées renfermaient 74 pour 100 d'eau ; les cendres formaient 4,87 pour 100 de la matière sèche.

sucre cherché. Il se présente en cristaux anhydres, de saveur sucrée, fondant au bloc Maquenne à 253°; il se dissout dans 16,7 parties d'eau à 17°. La cryoscopie, faite avec des concentrations de 4 et de 3 pour 100, a donné, pour son poids moléculaire, les valeurs 173 et 182. Sa solution est inactive sur la lumière polarisée; elle n'a pas d'action sur la liqueur de Fehling qui, à chaud, reste bleue. Son acétine cristallise en larges tables, solubles à froid dans quelques parties d'alcool à 90°, répondant à l'analyse à la formule $C^6H^6(C^2H^3O^2)^6$. Son éther benzoïque est constitué par de fines aiguilles fondant à 217°. Tous ces caractères sont ceux de l'*inosite racémique* ou de ses éthers. Cette inosite du Gui a, du reste, été comparée avec l'inosite racémique de MM. Maquenne et Ch. Tanret, et l'on a reconnu l'identité de ces deux corps.

Je n'ai pas rencontré d'inosite active, droite ou gauche, dans les baies examinées.

II. *Feuilles.* — Les inosites ont également été recherchées dans les feuilles. Celles-ci donnent, d'une façon extrêmement intense, la réaction de Scherer. Je n'ai pu cependant en retirer plus de 0g,50 par kilogramme de feuilles sèches, quel qu'ait été le traitement auquel je les ai soumises. Il est donc probable que le Gui renferme des composés inositiques, mais dont la nature exacte est encore à trouver. Ceci montre qu'il ne faut pas se contenter de la réaction de Scherer pour affirmer la présence d'une inosite dans un extrait organique : on devra désormais isoler celle-ci en nature et la comparer avec celles déjà connues.

III. En résumé, à côté de sucres réducteurs et fermentescibles, on trouve dans le Gui de l'inosite inactive et de l'inosite racémique. Le rendement par kilogramme de baies fraîches a été de 12g pour la première, de 4g pour la seconde (soit 4 fois plus environ pour les baies supposées sèches) [1]. Si l'on se rappelle que le noyer, d'où jusqu'à présent on retirait le plus avantageusement l'inosite ordinaire (C. Tanret et Villiers; Maquenne), n'en donne que 3g par kilogramme de feuilles sèches, on voit que les rendements en inosite inactive sont 16 fois plus élevés à partir des baies de Gui. Quant à l'inosite racémique qui, jusqu'à ce jour, était un sucre de synthèse, c'est la première fois qu'on la rencontre dans un végétal. C'est le premier exemple d'un sucre racémique trouvé dans un organisme vivant.

---

(1) Des baies incomplètement mûres, récoltées au commencement de novembre, m'ont donné, par kilogramme, 13g,3 du mélange des deux inosites.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une réaction colorée chez les Lactaires et les Russules.* Note de MM. L. **Arnould** et A. **Goris**, présentée par M. Guignard.

L'emploi de réactions colorées pour l'étude anatomique ou microchimique des Champignons n'est pas un fait nouveau. Boudier, Errera, Bourquelot, Van Bambeke, Harlay, ont, tour à tour, indiqué l'action de certains réactifs soit sur divers Champignons, soit sur un groupe de ces végétaux; ils en ont tiré des renseignements concernant leur détermination ou leur classification.

Nous avons, dans le cours de ces deux dernières années, essayé sur les Champignons de nos récoltes le réactif sulfovanillique (eau 2^{vol}, acide sulfurique 2^{vol}, vanilline $0^g,25$), qui a servi à Ronceray pour la recherche de l'orcine dans les Lichens à orseille.

Tous les Champignons essayés (Hyménomycètes, Gastéromycètes, Ascomycètes, etc.) ont montré cette réaction commune de prendre, au moins dans la région hyméniale, une coloration rosée variable dans la nuance et dans l'intensité, mais toujours très évidente. Au microscope, on remarque que cette coloration est surtout localisée dans les *basides* fertiles ou non.

Les autres tissus se colorent ou ne se colorent pas, mais toujours la coloration est plus forte dans la couche hyméniale.

Les spores ne donnent la réaction que dans la première période de leur développement. L'observation en est surtout facile sur les spores des Ascomycètes, qui ont souvent de grandes dimensions.

Dans certains Champignons complètement blancs (*Tricholoma Georgii* Quél., *Collybia maculata* Fr.), la coloration rose carmin est très pure et générale pour tous les tissus.

Chez les Lactaires, la coloration est double. Les basides sont toujours colorés en rose, mais certaines cellules dans l'hyménium prennent une *teinte bleu foncé*. On reconnaît que ces organes sont des cystides. Les laticifères, si abondants dans ce genre, prennent la même teinte, et l'on voit très facilement la corrélation qui existe entre les laticifères et les cystides, ces dernières n'étant que les prolongements terminaux des premiers à travers la couche hyméniale. Cette relation de continuité entre les cystides et les laticifères, signalée déjà par plusieurs auteurs, est ici clairement démontrée.

La plupart des Lactaires essayés par nous donnent cette réaction, excepté le *L. vo-*

lemus Fr. dont les cystides sont réfractaires. Il est à remarquer que cette espèce est douce et l'un des rares Lactaires comestibles.

La coloration bleue des laticifères et des cystides est obtenue avec la même facilité et presque avec autant d'intensité chez les Russules. Celles dont la chair est très âcre ou poivrée ont des cystides nombreuses, de forme variable, mais toujours colorées en bleu foncé (*R. nigricans* Fr., *R. sardonia* Fr., *R. fœtens* Pers., *R. fragilis* Pers., etc.).

Les espèces de saveur atténuée possèdent aussi des cystides qui se colorent en bleu, mais elles sont plus rares, quelquefois disparaissent, ou ne se colorent plus dans les échantillons vieillis.

Mais il y a des Russules qui ne donnent jamais la coloration bleue des cystides, et, comme c'est un caractère constant, nous avons là un réactif qui peut rendre des services pour la détermination des espèces.

Ce n'est pas seulement dans l'hyménium que le réactif a permis de déceler les cystides, on en retrouve avec les mêmes caractères dans la pellicule du chapeau et quelquefois dans la partie corticale du stipe (*R. ochroleuca* Pers., *R. ochracea* A. et S.).

Ainsi donc, l'emploi du réactif de Ronceray, sans nous donner d'indication sur la nature chimique des corps qui se colorent ainsi différemment, et vers laquelle nous dirigeons actuellement nos efforts, nous permet d'aborder avec facilité l'étude des laticifères et de leurs relations avec les cystides, et nous donne en outre un moyen facile de distinguer certaines espèces voisines les unes des autres.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fatigue des terres*. Note de MM. **I. Pouget** et **D. Chouchak**, présentée par M. Troost.

On sait que la culture continue des légumineuses fourragères, telles que la luzerne et le trèfle, est impossible : les premières années les récoltes sont bonnes, elles diminuent ensuite peu à peu, et après un temps variable (avec la nature du sol et les procédés culturaux mis en œuvre) elles deviennent si faibles que la culture ne peut être continuée. Le sol est devenu inapte à porter ces végétaux, même après un défrichement ils ne peuvent pas s'y développer : on a coutume de dire que le sol est *fatigué*.

On admet généralement que cette fatigue résulte de l'épuisement du sol en principes nutritifs ; toutefois, si cet épuisement est un des facteurs de la fatigue, il en est un autre qui doit avoir une influence prépondérante.

Les animaux ainsi que les végétaux inférieurs, tels que les levures, sécrètent des produits qui gênent leur développement, qui sont pour eux de véritables poisons; il est difficile d'admettre que les végétaux supérieurs fassent exception à cette règle : ils doivent eux aussi excréter des principes toxiques, lorsque le sol qui les porte n'est pas largement aéré; ces produits, en s'y accumulant peu à peu, peuvent provoquer le dépérissement des végétaux.

C'est ce que nous avons vérifié expérimentalement :

60^{kg} à 80^{kg} de terre prélevée dans une vieille luzernière sont épuisés par l'eau distillée; le liquide filtré est évaporé à sec à température aussi basse que possible (au-dessous de 40°). L'extrait ainsi obtenu est divisé en deux parties : l'une est incorporée à de la terre prise dans un champ qui n'a jamais porté de luzerne, l'autre est calcinée et les cendres sont à leur tour mélangées avec une égale quantité de la même terre. Les terres ainsi préparées sont réparties dans des pots d'une contenance de 5^{kg} de terre; un troisième pot, rempli avec la même terre, sans aucune addition, sert de témoin.

Dans certaines expériences, nous avons aussi mis en œuvre un extrait alcoolique de terre de luzerne, et un extrait aqueux de terre n'ayant jamais porté de luzerne et abandonné depuis deux ans à la végétation spontanée.

Nous nous sommes attachés à ce que les pots fussent aussi identiques que possible : même poids de terre au même degré de finesse, même mode de remplissage, même degré d'humidité (20 pour 100). Dans chaque pot la terre repose sur une couche de sable disposée au fond et en communication avec l'air par un tube de verre de 15^{mm} de diamètre.

Tous les pots ont la même tare, il est facile en les mettant sur la balance de suivre journellement la marche de la végétation et de maintenir la terre au même degré d'humidité.

Les graines de luzerne sont mises au germoir, on choisit des plantules aussi identiques que possible, qu'on plante dans la terre des pots; après quelques jours, lorsque la reprise s'est bien effectuée, on supprime tous les plantules qui paraissent anormaux et on laisse le même nombre des autres dans chaque pot. Les terres des divers pots mis en expérience étaient additionnées d'un peu de terre de luzerne pour assurer l'ensemencement des bactéries spécifiques, les racines des plantes portaient toujours des nodosités.

Voici les résultats obtenus :

Années	1904.	1905.		1906.		1907.	
	Poids de la récolte.	Poids de la récolte.	Hauteur moyenne des tiges.	Poids de la récolte.	Hauteur moyenne des tiges.	Poids de la récolte.	Hauteur moyenne des tiges.
Terre sans aucune addition..	$6^{\text{g}},3$	14^{g}	22^{cm}	11^{g}	23^{cm}	10^{g} 10	17^{cm} 17,5
Terre + extrait de terre de luzerne calciné..........	5,9	14	21	»	»	»	»
Terre + extrait de terre de luzerne non calciné......	4,5	10 10,5	19 18,5	6	15,5	8 7	16 12
Terre + extrait de terre n'ayant jamais porté de luzerne.................	»	»	»	»	»	12,5 11,5	23,5 20,5
Terre + extrait alcoolique de terre de luzerne.........	»	14	22	»	»	»	»

Il en résulte que :

1° L'extrait aqueux de terre de luzerne *calciné* n'a pas produit d'action sensible sur la végétation, bien qu'il réalise un apport de substances minérales nutritives (¹);

2° L'extrait aqueux de terre de luzerne *non calciné* produit toujours une diminution de récolte, qui ne peut être attribuée qu'aux matières organiques qu'il contient;

3° L'extrait aqueux de terre abandonné à la végétation spontanée produit un accroissement de récolte, bien qu'il contienne lui aussi des matières organiques.

L'*action nocive de l'extrait de terre de luzerne est donc nécessairement due aux sécrétions de la luzerne elle-même;* leur action est comparable à celles des toxines : nos expériences montrent, en effet, que l'extrait alcoolique de terre de luzerne n'a pas d'action sur la végétation de cette plante; de plus, Kossowitsch, Dumont et Dupont, dans leurs recherches sur les causes de la fatigue des terres pour le trèfle (²) ou la luzerne (³), ont constaté que

---

(¹) Les terres que nous avons mises en expérience étaient riches en acide phosphorique et en potasse ($P^2O^5 = 3,2$ pour 1000; $K^2O = 7,5$ pour 1000), les résultats seraient, sans aucun doute, différents avec des terres pauvres.

(²) Kossowitsch, *Russisches Journal für experimentelle Landwirtschaft,* t. VI, 1905, p. 574.

(³) Dumont et Dupont, *Comptes rendus,* t. CXLIV, 6 mai 1907.

les terres préalablement stérilisées par la chaleur donnaient toujours des rendements supérieurs à ceux des terres non stérilisées.

L'hypothèse émise autrefois par de Candolle, soutenue par Liebig [1] et reprise dernièrement par Milton Whitney [2] se trouve ainsi expérimentalement vérifiée.

ZOOLOGIE. — *Sur deux hybrides de Paon et de Poule cochinchinoise.* Note de MM. G. **Pays-Mellier** et E. **Trouessart**, présentée par M. E. Perrier.

Les deux Oiseaux que nous avons l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie pourraient mettre en défaut la sagacité des ornithologistes, si nous ne nous hâtions de dire que ce sont deux hybrides. Le père est un Paon, la mère une Poule de la race dite *cochinchinoise* (*Pavo cristatus* var. *nigripennis* × *Gallus gallus* var. *sinensis*).

A notre connaissance, c'est la première fois que cet intéressant croisement est obtenu, ou tout au moins signalé à l'attention des naturalistes.

Un éleveur de Loches (Indre-et-Loire) avait réuni par hasard dans une très petite volière un Paon nigripenne et une jeune et très grosse Poule cochinchinoise. Celle-ci pondit deux œufs d'où sortirent des poussins très différents de leur mère, et dont l'un de nous (M. Pays-Mellier) fit l'acquisition, alors qu'ils étaient âgés de 4 mois. Les deux Oiseaux ont vécu 2 ans dans le parc de *La Pataudière;* mais, l'un d'eux étant mort, le survivant fut envoyé à la ménagerie du Muséum de Paris, où il a figuré quelque temps dans les parquets de la Faisanderie.

On sait que les hybrides sont assez faciles à obtenir dans la famille des *Phasianidæ.* Le genre *Phasianus* se croise avec les genres *Chrysolophus, Gennæus, Catreus* qui en sont très voisins, et de plus avec les genres *Gallus, Acomus, Lophura, Tragopan* qui en sont plus éloignés. Le Coq (*Gallus*) se croise avec la Pintade (*Numida*), et l'hybride de *Pavo cristatus* avec *Numida meleagris* est connu depuis longtemps [3]. Quant aux hybrides de Hocco (*Crax Alberti*) et de Poule signalés par Aquarone, et qui seraient le résultat du croisement d'Oiseaux appartenant à deux familles différentes, ils doivent être considérés comme très douteux [4].

---

(1) J. Liebig, *Lettres sur l'Agriculture moderne,* 7e lettre.

(2) Milton Whitney, *La fertilité du sol,* 1907.

(3) Hocker, *Journal für Ornithol.,* 1870, p. 152.

(4) Aquarone, *Bull. Soc. Acclimat.,* 1869, p. 357. D'après l'auteur lui-même, ces prétendus hybrides ne différaient en rien de leur mère

Nos deux hybrides de Paon et de Poule présentent des caractères qui ne permettent pas de mettre en doute leur origine. Bien que pondus et couvés par une Poule à formes lourdes et ramassées, leurs proportions, beaucoup plus élégantes, sont celles du Paon. Comme celui-ci, ils sont pourvus d'ailes allongées qui leur permettaient de voler, tandis que celles de la mère, courtes et atrophiées, sont tout à fait impropres au vol. A la Pataudière, tant qu'on les a laissés en liberté, ils cherchaient, comme les Paons, à se percher sur les bâtiments les plus élevés. Tous deux sont des mâles à ergots très développés ; cependant, ils n'ont jamais fait entendre le cri perçant et si désagréable du Paon. En outre, ils étaient incapables de relever leurs couvertures caudales à la manière de ce dernier.

Les formes de ces deux Oiseaux sont celles d'un jeune ou d'une femelle de Paon ; par l'apparence de la queue, ils rappellent aussi les Phasianidés du genre *Crossoptilon*. Le bec, de la longueur de la tête, est celui du Paon ; le tour des yeux n'est pas nu, mais couvert d'une peau mince avec des papilles et des plumes rudimentaires ; le sommet de la tête porte une courte huppe de trois ou quatre plumes n'ayant pas plus de 15^{mm} de long ; le cou est grêle ; les ailes sont grandes, allongées ; les couvertures de la queue, plus longues que chez la femelle du Paon, dépassent largement les rectrices en arrière et sur les côtés, et donnent à cette queue un aspect voûté, en forme de coquille, qui ne manque pas d'élégance. Les rectrices, complètement cachées par ces couvertures, sont le seul caractère que ces Oiseaux semblent tenir de leur mère ; en effet, les pennes caudales sont au nombre de 14 comme chez la Poule (et non de 18 comme chez le Paon) ; la queue est étagée, cunéiforme, et les pennes sont plus fortement cintrées en dedans que chez le Paon, mais non disposées en toit comme chez la Poule. Les rectrices et les couvertures caudales sont coupées carrément à leur extrémité. Les tarses sont robustes, non plumeux et les ongles sont recourbés, comme chez le Paon, et non aplatis comme chez le Coq cochinchinois. En résumé l'influence du père semble prépondérante sur celle de la mère.

Les deux hybrides ne diffèrent que par la taille et les couleurs. Le plus grand (98^{cm} de la pointe du bec à l'extrémité de la queue) représente le type blond ou roux et, par conséquent, tient, sous ce rapport, de sa mère. Le plumage est écaillé de roux et de blanc, toutes les plumes étant brunes à leur base, rousses dans leur milieu et terminées de blanc. Cette dernière couleur prédomine sur la tête, le cou, les couvertures de l'aile et le ventre. Les larges couvertures caudales sont, le long du rachis, noires, irisées de violet, puis rousses sur leur bord et terminées de blanc. L'extrémité des barbules est décomposée. L'ensemble de ce plumage est très agréable à l'œil.

Le second hybride représente le type brun et, par suite, se rapproche davantage

du jeune ou de la femelle du Paon; il n'a que 91^{cm} de longueur totale. Ici le roux est remplacé par un brun châtain finement strié de noir, avec quelques rares taches blanches sur la tête, les ailes et le ventre; les couvertures caudales présentent également des reflets violacés et une bordure terminale blanche.

Les conditions dans lesquelles ces deux hybrides ont été obtenus par hasard sont faciles à reproduire. Il suffit d'enfermer ensemble deux jeunes, mâle et femelle, d'espèces différentes, en les séparant avec soin des individus de l'autre sexe appartenant à leur propre espèce. Toutefois, et si intéressants que soient ces croisements, surtout entre deux genres aussi différents que *Pavo* et *Gallus*, les éleveurs devront se rappeler que toute tentative pour créer par ce moyen des formes intermédiaires durables semble illusoire. L'expérience a montré que les hybrides ainsi obtenus sont presque toujours stériles; et dans les cas assez rares où l'on a réussi à les faire se reproduire entre eux, on a pu constater que leur fécondité s'éteignait dès la deuxième ou la troisième génération.

ZOOLOGIE. — *Histolyse des muscles de mise en place des ailes, après le vol nuptial chez les Fourmis.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Alfred Giard.

Il y a, chez les Insectes, au point de vue histologique, des muscles de deux sortes. Ceux de la première produisent des mouvements relativement lents; on les appelle *muscles ordinaires*. Ceux de la deuxième produisent de véritables vibrations; on peut, pour ce motif, les appeler *muscles vibrateurs*.

Chez les Insectes dépourvus d'ailes, et représentant, mieux que les autres, les formes ancestrales (Aptérygotes), il n'y a que des muscles de la sorte ordinaire.

L'acquisition de la faculté de voler s'est faite au moyen de ces muscles ordinaires, et ces muscles sont restés tels chez tous les Insectes pourvus d'ailes à battements lents, par exemple, chez les Lépidoptères.

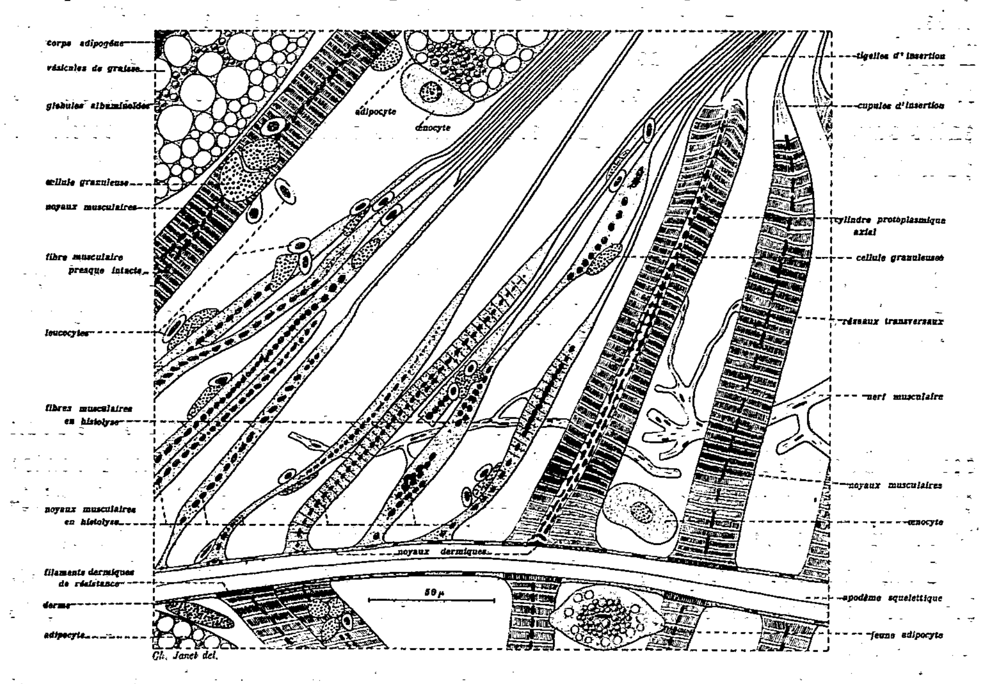
Chez d'autres Insectes, au contraire, les mouvements des ailes ont pris une allure de plus en plus rapide qui a fini par devenir une véritable vibration, et la structure de la cellule musculaire productrice de ces mouvements s'est transformée en conséquence (Coléoptères, Hyménoptères, Diptères).

Il y a là un fait important de l'évolution phylogénésique de la classe des Insectes, qui pourrait se traduire par une division des Ptérygotes en deux

groupes comprenant : l'un, les Ptérygotes à muscles du vol de la sorte ordinaire ; l'autre, les Ptérygotes à muscles vibrateurs.

Après avoir étudié (¹) le processus de la disparition des muscles vibrateurs du vol chez les reines des Fourmis, il était intéressant d'examiner quel est, chez ces mêmes Insectes, le sort des muscles de mise en place des ailes, muscles qui, eux, sont de la sorte dite *ordinaire*.

Comme les muscles vibrateurs, ils deviennent sans emploi après la chute des ailes et, à la suite d'une sorte de sénescence précoce, ils sont, à leur tour, frappés de bionécrose. Ils sont ensuite liquéfiés sous l'action digestive des diastases contenues dans le liquide cavitaire ; mais cette digestion est plus tardive et plus lente.



La figure ci-dessus donne un bon exemple de l'état dans lequel se trouve, chez la reine de *Lasius niger*, 10 mois après le vol nuptial, celui des muscles de mise en place de l'aile dans lequel la dégénérescence m'a semblé marcher le plus rapidement.

Le début de l'histolyse consécutive à la nécrobiose est marqué par l'élargissement du cylindre sarcoplasmique axial dans lequel les noyaux sont logés et par la forme arrondie que prennent ces derniers.

Ensuite, la striation de la fibre s'atténue de plus en plus. Les réseaux transversaux

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 393.

persistent, cependant, assez longtemps, et l'on en voit encore des traces dans les fibres dont l'histolyse est assez avancée.

Par suite du progrès de la dégénérescence, la substance musculaire se transforme en un magma semi-fluide, qui se liquéfie peu à peu et, par suite, diminue de volume.

Le sarcolemme, c'est-à-dire l'enveloppe de la volumineuse cellule à noyau fragmenté qui constitue la fibre musculaire ordinaire, n'est pas détruit par le processus histolytique. Il emprisonne le magma de dégénérescence et laisse sortir, seulement par exosmose, les produits de sa liquéfaction.

Le tube formé par le sarcolemme, n'étant plus rempli que de substances semi-fluides et de liquides, a perdu sa résistance primitive. Il se laisse dévier et aplatir sous la pression des organes voisins, et, en particulier, des adipocytes. Le magma et les noyaux sont alors refoulés vers les parties non comprimées. Même en l'absence de ces pressions extérieures, le magma non encore liquéfié et les noyaux qu'il entraîne tendent à s'amasser en une ou deux régions du tube, et ils y produisent des renflements très prononcés.

Par suite du ramollissement de la substance musculaire et de l'élargissement du cylindre axial dans lequel étaient emprisonnés les noyaux, ces derniers, n'étant plus comprimés latéralement par le réticulum contractile du myoplasme, perdent leur forme cylindrique allongée et, comme nous l'avons vu, tendent, de bonne heure, à devenir sphériques.

Bien qu'ils ne soient plus maintenus latéralement, les chapelets de noyaux en histolyse peuvent cependant rester à peu près à leur place primitive jusqu'au moment de leur disparition. Souvent, ces chapelets se sectionnent en tronçons qui, chevauchant les uns sur les autres, se réunissent en groupes irréguliers.

Les noyaux bionécrosés résistent assez longtemps à l'histolyse. Ils finissent, cependant, par perdre leur membrane, et leur chromatine se dissout alors assez rapidement dans le liquide histolytique.

Finalement, les sarcolemmes ne forment plus que des tubes de diamètre réduit et complètement vidés. Ces tubes se retrouvent jusque chez les plus âgés des individus que j'ai étudiés. Ils semblent persister, jusqu'à la fin de l'existence, et continuer à fournir ainsi un support aux ramifications trachéennes qui desservaient les fibres et aux éléments circulant librement dans le sang.

Cette histolyse des fibres musculaires ordinaires n'est, pas plus que celle des muscles vibrateurs étudiée précédemment, accompagnée de phagocytose.

On voit bien, autour des fibres dégénérées, des leucocytes et des cellules granuleuses, mais ni les uns, ni les autres ne perforent le sarcolemme qui reste intact depuis le moment de la nécrobiose jusqu'à la disparition de toute trace de substance musculaire. D'ailleurs, dans les centaines de leucocytes que j'ai examinés, je n'ai pas vu un seul fragment solide phagocyté. Quant aux cellules granuleuses, qui me paraissent être des cellules trachéales, elles

sont identiques à celles que je retrouve, dans toutes les régions du corps, bien avant le début et bien après l'achèvement de toute histolyse.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Les variations périodiques du signe du phototropisme chez les Pagures misanthropes.* Note de Mlle **Anna Drzewina**, présentée par M. Alfred Giard.

En étudiant, à la station biologique d'Arcachon, diverses réactions des Pagures misanthropes (*Clibanarius misanthropus* Risso), j'ai été amenée à constater une curieuse périodicité de quinzaine, se manifestant par le changement de signe du phototropisme, chez les animaux soustraits aux oscillations de la marée. Ceux-ci ont toujours été recueillis dans le même endroit, au pied du débarcadère d'Arcachon, sur les débris d'une vieille colonne en fonte recouverts de Balanes, n'émergeant jamais en morte eau.

Les expériences ont duré du 5 au 29 septembre; pendant ce laps de temps, où les conditions de température, d'éclairement, etc., n'ont guère varié d'un jour à l'autre, cinq lots de 15 à 30 individus, recueillis à des intervalles irréguliers, ont été mis en observation : lot A, pris à la marée du 5 septembre; lot B, recueilli le 7; lot C, le 12; lot D, le 19 et enfin lot E, le 23 septembre. Chaque lot a été placé dans une cuvette en verre, dont la moitié dirigée du côté de l'ombre était recouverte d'un voile noir.

Tous les jours, à différentes heures de la matinée et de l'après-midi, on notait, en plaçant les animaux soit dans la moitié éclairée, soit sous le voile, le nombre d'individus qui passaient de la lumière à l'ombre, et inversement. La tendance des animaux à aller soit à l'ombre, soit à la lumière, se précise nettement dès le début de chaque expérience. Dans le cas du phototropisme négatif, par exemple, dès que l'on place les animaux dans la partie éclairée de la cuvette, ils se mettent aussitôt en branle et, au bout de quelques minutes, se rangent tous du côté de l'ombre; si l'on renverse alors les conditions, en recouvrant d'un voile la partie éclairée, ils passent rapidement sous le voile; on peut ainsi les faire changer de place plusieurs fois de suite. Il est à noter que dans chaque lot il y a quelques individus, toujours les mêmes, qui, au point de vue de leur phototropisme, se comportent différemment des autres.

				Grande marée.							Morte eau.					Grande marée.						
Septembre.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
Hauteur maxima.......	34	37	39	40	41	41	40	39	37	34	32	31	31	34	37	41	43	44	44	43	41	38
Basse mer............					midi								6h						midi			
Lots A...............	+	+	+	+	±	−	−	−	−	−	−	−	±	+	+	+						
» B...............			+	+	±	−	−	−	−	−	−	−	±	+	+	+						
» C...............								−	−	−		−	±	+	+	+	±	−	−	−	−	−
» D...............															+	+	+	−	−	−	−	−
» E...............																			±	±	−	−

Le Tableau précédent montre que les Misanthropes placés en aquarium présentent des variations régulières du signe du phototropisme, variations sensiblement parallèles aux oscillations de quinzaine de la marée. Pendant la période correspondant à la morte eau, les Pagures dans l'aquarium ont un phototropisme négatif marqué et très constant; ceci a été par exemple très frappant dans les journées du 14 au 17 septembre. Dans la nature, immédiatement après la morte eau, on n'en trouve encore que très peu, la plupart restant cachés dans les anfractuosités obscures. A mesure que les marées deviennent plus fortes, le phototropisme des Pagures tend à changer de signe et devient franchement positif dans la période correspondant à la vive eau, aussi bien dans l'aquarium que dans la nature : le jour de la forte marée on les voit grimper souvent à des hauteurs considérables sur les pilotis du débarcadère.

Le parallélisme entre les mouvements de quinzaine de la marée et la périodicité du phototropisme suggère l'idée d'un certain rapport entre ces deux phénomènes : il est possible que, dans la nature, afin d'éviter une submersion, les Misanthropes en vive eau s'élèvent à des hauteurs de plus en plus considérables et offrent ainsi un phototropisme positif qui se maintiendrait, du moins un certain temps, dans l'aquarium, à la suite d'un rythme acquis; en morte eau, un phénomène inverse aurait lieu. Une autre hypothèse serait plausible : on remarquera que, dans le laps de temps correspondant au phototropisme négatif, la mer est la plus basse entre midi et 6^h du soir, soit à une période de la journée où la chaleur est la plus intense : le phototropisme négatif permettrait aux Pagures d'éviter une dessiccation excessive. Seule, une étude longuement suivie des variations régulières du phototropisme chez les Misanthropes et chez d'autres animaux littoraux qui probablement les présentent également à un degré plus ou moins prononcé, rendrait possible une explication quelque peu suffisante de ce phénomène que, pour le moment, je me borne simplement à signaler à l'attention des biologistes.

Il est à noter, en terminant, que dans les journées où s'effectue le changement du signe du phototropisme, celui-ci présente des oscillations qui semblent correspondre aux mouvements diurnes de la marée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'action des ichtyotoxines sur le système nerveux des animaux immunisés contre ces substances. Contribution à l'étude de l'immunité.* Note de M. E. Gley, présentée par M. Bouchard.

Dans plusieurs Notes présentées à l'Académie ([1]) nous avons étudié, L. Camus et moi, l'immunité naturelle et acquise contre l'action toxique du sérum d'Anguille; nous avons montré, entre autres faits, que le sérum sanguin des animaux immunisés a acquis une propriété antihémolytique, c'est-à-dire qu'il s'oppose *in vitro* et *in vivo* à l'action globulicide du sérum d'Anguille; que ce mécanisme, en lequel consiste essentiellement l'immunité acquise, est très différent de celui de l'immunité naturelle, qui tient à une propriété cellulaire, à une résistance naturelle des hématies au poison, chez diverses espèces animales; qu'il est possible de superposer à cette immunité naturelle ou *cytologique* l'immunité *humorale;* etc.

Pour l'étude de l'immunité en général, c'est une question importante de savoir si et dans quelle mesure tous les organes qui subissent l'action d'une toxine quelconque, poison bactérien, venin ou sérum toxique, sont devenus résistants à cette action, chez les animaux immunisés ([2]). Comment se comporte à cet égard le système nerveux pour lequel des sérums toxiques, tels que le sérum d'Anguille, sont si particulièrement nocifs? J'ai procédé à cette recherche de la façon suivante. La méthode employée peut évidemment être appliquée à l'étude d'autres toxines.

([1]) L. Camus et E. Gley, *De l'action destructive d'un sérum sanguin sur les globules rouges d'une autre espèce animale. Immunisation contre cette action* (*Comptes rendus,* t. CXXVI, 31 janvier 1898, p. 428). — *Sur le mécanisme de l'immunisation contre l'action globulicide du sérum d'Anguille* (*Ibid.,* t. CXXVII, 8 août 1898, p. 330). — *Expériences concernant l'état réfractaire au sérum d'Anguille. Immunité cytologique* (*Ibid.,* t. CXXIX, 24 juillet 1899, p. 231). — *Action hématolytique et toxicité générale du sérum d'Anguille pour la Marmotte* (*Ibid.,* t. CXL, 26 juin 1905, p. 1717).

([2]) Nous avons montré, en 1893, Charrin et moi (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* 25 novembre 1893, p. 921), que la toxine pyocyanique paralyse les appareils nerveux vaso-dilatateurs, chez les animaux vaccinés comme chez les normaux. En 1898, Em. Roux et A. Borrel (*Annales de l'Institut Pasteur,* t. XII, 1898, p. 225-239) ont constaté ce fait très intéressant que les Lapins immunisés contre le tétanos sont rendus aussi facilement tétaniques que les animaux normaux, par injection d'une minime quantité de toxine tétanique dans le cerveau même; ainsi le cerveau d'un animal immunisé n'a pas l'immunité.

Connaissant la toxicité de ce sérum en injection intra-veineuse chez le Lapin (¹), j'ai déterminé cette toxicité sur le même animal en injectant le sérum directement dans le liquide céphalo-rachidien, à travers la membrane occipito-atloïdienne; j'ai ensuite cherché si, chez des animaux préalablement immunisés, cette toxicité n'est plus la même. Voici les résultats essentiels de ces expériences.

Le sérum d'Anguille, introduit par cette voie, est dix fois plus toxique que par la voie veineuse, car il suffit de $0^{cm^3},02$ par kilogramme (au lieu de $0^{cm^3},2$) pour tuer un Lapin en un laps de temps variant de 5-10 minutes à 1 ou 2 heures; si le sérum est frais et très actif, il suffit même de $0^{cm^3},01$ par kilogramme. Les principaux accidents sont les suivants : après une courte période d'excitation, l'animal, paralysé ou parésié, tombe sur le flanc et, dans cette position, présente des mouvements cloniques plus ou moins violents, de la polypnée, puis de la dyspnée, du myosis, de la salivation. La mort arrive par arrêt respiratoire.

Or, chez les animaux immunisés à la suite d'injections intra-veineuses de petites doses de sérum d'Anguille, les accidents sont les mêmes et se terminent par la mort dans les mêmes délais. Un fait à noter, c'est que chez un seul de ces animaux on a constaté du myosis; les autres n'en ont pas présenté. Cependant le myosis est un des signes les plus rapides et les plus sûrs de l'intoxication par le sérum d'Anguille. Il y aurait donc immunité pour cet accident ou immunisation légère du système nerveux se traduisant par cette résistance à l'une des actions de la *neurotoxine* qui se trouve dans le sérum d'Anguille.

Je dois signaler deux exceptions constatées au cours de ces expériences. Un Lapin, ayant reçu $0^{cm^3},01$ par kilogramme, a survécu après avoir présenté durant 1 heure les phénomènes convulsifs, les troubles respiratoires et le myosis qui sont de règle. Il ne devait être cependant que faiblement immunisé, n'ayant reçu que deux injections intra-veineuses du sérum toxique, ce qui, d'après nos expériences antérieures, est insuffisant pour amener l'animal à un degré élevé d'immunisation. Il s'est agi probablement ici d'un animal particulièrement résistant. L'autre exception concerne un Lapin dont l'immunité a été éprouvée par une injection intra-veineuse, sûrement mortelle, à laquelle il résista; cet animal reçoit, sous la membrane occipito-atloïdienne, $0^{cm^3},01$ de sérum par kilogramme; il présente pendant près de 1 heure les accidents habituels, puis il se remet; 2 jours après, on lui injecte $0^{cm^3},02$ de sérum; il meurt en 9 minutes 30 secondes (sans avoir eu de myosis).

Il ne semble pas que ces deux observations puissent restreindre la conclusion générale qui ressort de toutes ces expériences, à savoir que le système nerveux central des animaux immunisés contre le sérum d'Anguille n'a pas l'immunité ou, du moins, n'acquiert qu'une très faible immunité.

(¹) Voir sur ce point L. Camus et E. Gley, *Recherches sur l'action physiologique du sérum d'Anguille. Contribution à l'étude de l'immunité naturelle et acquise* (*Arch. intern. de Pharmacodynamie*, t. V, 1898, p. 247-305).

Celle-ci paraît donc ne se manifester que lorsque la toxine pénètre dans le sang, où elle est neutralisée par l'antitoxine formée dans l'organisme au cours de l'immunisation ou dont elle disparaît en vertu de quelque autre processus qu'il n'y a pas lieu d'examiner ici.

J'ai fait des recherches semblables avec le sérum de Torpille, dont j'ai antérieurement montré les actions toxiques (1).

La toxicité de ce sérum, injecté par la voie intra-rachidienne, est aussi dix fois plus grande environ que sa toxicité en injection intra-veineuse ($0^{cm^3},2$ par kilogramme au lieu de 2^{cm^3}). Les accidents consistent surtout en attaques convulsives, toniques et cloniques, dyspnée, myosis, salivation; les phénomènes paralytiques sont plus rares, sauf quand les animaux ont reçu une faible dose permettant une survie de plusieurs jours. Il se développe alors une affection médullaire, caractérisée par de la parésie, un épuisement se produisant rapidement quand on force l'animal à se déplacer et tel que celui-ci tombe alors paralysé, une démarche spasmodique, etc. Je n'ai pu faire qu'un très petit nombre d'expériences sur des animaux immunisés (2); les accidents ont été les mêmes et la mort est survenue dans des délais analogues.

D'autre part, les animaux qui ont reçu à plusieurs reprises dans le liquide céphalo-rachidien de petites doses de sérum de Torpille ne résistent pas à la dose toxique. Il ne semble pas que l'immunisation puisse se faire par cette voie. — J'ai d'ailleurs entrepris quelques essais semblables d'immunisation du système nerveux contre le sérum d'Anguille; l'insuccès, jusqu'à présent, a été le même. Ce qu'il n'est pas sans intérêt de constater au point de vue des mécanismes de l'immunisation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'influence favorable de petites doses de zinc sur la végétation du* Sterigmatocystis nigra *V. Tgh.* Note de M. **Maurice Javillier.**

Dans la remarquable étude que publia Raulin en 1870 *Sur le développement d'une Mucédinée dans un milieu artificiel,* ce savant attira l'attention sur

(1) E. Gley, *Recherches sur le sang des Sélaciens. Action toxique du sérum de Torpille* (*Comptes rendus,* t. CXXXVIII, 13 juin 1904, p. 1547).

(2) Les expériences d'immunisation demandent, en effet, un assez long temps. Or, malgré toutes les précautions d'asepsie et de conservation au froid, le sérum de Torpille perd graduellement de sa toxicité. Ces expériences ne pourraient être poursuivies dans les conditions nécessaires d'exactitude que dans un laboratoire maritime. — Je profite de l'occasion qui m'est offerte pour remercier M. le Dr Sellier, directeur adjoint de la Station biologique d'Arcachon, à l'obligeance duquel je dois le sérum de Torpille dont j'ai eu besoin.

le rôle considérable que certains éléments chimiques peuvent jouer dans la végétation, à doses extrêmement faibles. Il montra en particulier que l'addition d'une dose déterminée de zinc aux milieux de culture de l'*Aspergillus niger* Cr. (*Sterigmatocystis nigra* V. Tgh.) augmente dans de grandes proportions le poids des récoltes.

En 1903, M. H. Coupin (¹) reprend les expériences de Raulin dans des conditions apparemment plus rigoureuses que celles de ce savant, en cultivant l'*Aspergillus* non dans des cuvettes plates, mais dans des matras stériles, en supprimant par conséquent pour la Mucédinée la lutte avec les autres êtres vivants. A propos du zinc il arrive à cette conclusion : le zinc n'est d'*aucune utilité* dans la nutrition du *Sterigmatocystis nigra*, et il interprète les résultats de Raulin en admettant que le sulfate de zinc, agissant comme antiseptique, empêche, dans les cultures non stérilisées, le développement des organismes étrangers et favorise en cela celui du *Sterigmatocystis*.

A l'occasion d'un travail d'ordre plus général j'ai été conduit à reprendre la question de l'influence du zinc sur cette moisissure. Les résultats auxquels cette étude m'a conduit confirment, et au delà, les conclusions de Raulin.

Technique. — On prépare du liquide de Raulin sans sulfate de zinc. Chacun des corps employés est pur; on a vérifié qu'aucun d'eux ne contient de zinc par la méthode très sensible du zincate de calcium dont nous avons, M. G. Bertrand et moi, indiqué la technique (²). L'eau distillée a été redistillée dans un appareil en verre et sous pression réduite.

Ce liquide est réparti, par 250^{cm^3}, dans des matras de 2^l, ou mieux dans des fioles d'Erlenmeyer de $1^l,5$. Les récipients ont été soigneusement nettoyés à l'acide sulfurique chaud et lavés à fond avec de l'eau redistillée très pure. On introduit le zinc à l'état de sulfate dans les proportions ci-dessous indiquées dans ceux de ces matras qui en doivent contenir. On bouche à l'ouate. On stérilise par chauffage à l'autoclave à 115° pendant une demi-heure. On ensemence aseptiquement chacun des matras avec des spores d'*Aspergillus niger* prélevées largement sur une culture pure de cette Mucédinée cultivée sur un milieu privé de zinc. On agite pour répartir uniformément la semence. On porte les matras au thermostat réglé à 34°. Après 4 jours on arrête les cultures. On retire les mycéliums, dont on lave soigneusement la surface inférieureet on les presse à la main, puis on les sèche à l'étuve à 105° jusqu'à poids aussi constan, que possible.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 392.
(²) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 900 et t. CXLV, 1907.

Voici quelques essais faits avec du liquide de Raulin normal (série A) et avec ce même liquide privé de zinc (série B) :

Série A	4g,59	4g,10	4g,27	4g,47
» B	1,46	1,80	1,45	1,61
Rapport $\frac{A}{B}$	3,1	2,3	2,9	2,8

L'action favorisante du zinc est manifeste.

Veut-on maintenant déterminer expérimentalement la dose optima de zinc qu'il convient d'introduire dans la culture pour obtenir le maximum de rendement, on arrive alors à des résultats inattendus. Cultivons la moisissure sur des séries de milieux de culture renfermant des quantités croissantes de Zn, de $\frac{1}{10}$ de milligramme à 10mg. On observe que les rendements en poids sec de Mucédinée sont sensiblement égaux, les chiffres oscillant autour d'une moyenne qui est, pour les cultures en matras, de 4g,35 (chiffres extrêmes 4g,10 et 4g,60) et, pour les cultures en fioles d'Erlenmeyer, de 4g,70 (chiffres extrêmes 4g,60 et 4g,79). Ainsi pour des variations de la teneur en zinc des milieux de culture s'étendant sur une échelle déjà vaste, de 1 à 100, la Mucédinée manifeste une parfaite indifférence.

Si l'on veut observer la courbe d'accroissement due à l'introduction du zinc, il faut ajouter au milieu de culture des doses de zinc extrêmement petites, au-dessous de 0g,0001, et si l'on veut, d'autre part, observer l'influence nocive d'un excès de ce corps, il faut ajouter au milieu de culture des doses relativement fortes, au-dessus de 0g,010, si bien que la Mucédinée nous apparaît, pour les doses extrêmes, très sensible, pour les doses moyennes, très indifférente à la présence du zinc.

Je citerai seulement ici, à titre d'exemples, deux des expériences réalisées dans cette direction :

Zn introduit.	Poids secs des mycéliums.	Zn introduit.	Poids secs des mycéliums.
g	g	g	g
0	1,91	0	1,62
0,000005	2,53	0,001	4,47
0,00001	2,81	0,010	4,32
0,000015	3,20	0,025	3,95
0,00002	3,63	0,050	3,74
0,000025	4,45	0,075	2,60
0,00003	4,22	0,100	0,60

Entre $0^g,000025$ et $0^g,010$ de zinc dans le milieu de culture, c'est-à-dire à des dilutions comprises entre $\frac{1}{10000000}$ et $\frac{1}{25000}$, les récoltes atteignent leur poids maximum. Nous sommes loin, comme l'on voit, de la dose optima de zinc indiquée par Raulin.

Le zinc, à la dose de 25 *millièmes de milligramme*, a suffi pour déterminer la construction de $2^g,54$ de Mucédinée, soit 140000 fois son poids. (Raulin donne comme coefficient d'utilité de l'oxyde de zinc le chiffre 953.) Une dose encore plus petite de zinc améliore très notablement la récolte, puisque nous voyons 5 *millièmes de milligramme* augmenter celle-ci de $0^g,62$, c'est-à-dire construire plus de 100000 fois son poids de moisissure.

L'*Aspergillus* utilise ainsi du zinc qui se trouve dans son milieu de culture à l'énorme dilution de $\frac{1}{50000000}$.

Ces faits ne sont pas les seuls que j'aie observés au cours de ces expériences, d'autres trouveront place dans un Mémoire plus étendu.

Il m'a paru intéressant de rétablir dès maintenant une notion importante que les conclusions de M. Coupin avaient compromise.

Il est juste d'observer que les expériences de cet auteur comportaient les conclusions qu'il en a tirées. Il me paraît évident que M. Coupin, à son insu, soit par les sels du milieu de culture, soit par le sucre, soit par l'eau distillée, soit même par le verre des matras, introduisait du zinc. Il faut avouer qu'il est impossible, par les méthodes chimiques, de retrouver 2 ou 3 centièmes de milligramme de zinc, et cette dose, nous l'avons vu, suffit pour laisser passer le phénomène inaperçu. Les êtres vivants constituent des réactifs d'une singulière sensibilité.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence du phosphore dans la matière grasse des microbes.* Note de M. E. **Alilaire**, présentée par M. E. Roux.

Le fait de la présence de lécithine dans un ferment acétique industriel, que j'ai signalé antérieurement (*Comptes rendus*, 16 juillet 1906), m'a tout naturellement conduit à rechercher si j'avais eu affaire à un cas particulier, ou si toutes les bactéries en général renferment une graisse phosphorée analogue.

Je dois à l'obligeance de M. Nicolle d'avoir pu opérer sur une quantité relativement considérable de différents microbes connus, qui ont été obtenus en culture jeune par sa méthode (*Ann. de l'Institut Pasteur*, août 1906); ces cultures sont composées uniquement de corps microbiens et l'autolyse y est réduite à un minimum.

Les microbes récoltés et pesés à l'état humide ont été déshydratés par

l'acétone anhydre, puis épuisés par ce dissolvant bouillant. Le reste des corps de microbes a été recueilli dans des creusets de Gooch, puis séché et pesé; d'autre part, le liquide a été évaporé dans une fiole tarée et le résidu séché dans le vide jusqu'à poids constant, afin de permettre de doser la matière extraite.

On peut ainsi savoir le poids des microbes, humides et secs, sur lesquels on a opéré, et l'on constate un premier fait intéressant, à savoir que, malgré la grande diversité des microbes étudiés, la proportion d'eau qu'ils renferment est à peu près constante et comprise entre 75 et 80 pour 100, c'est-à-dire que leur teneur en eau est celle qui a été signalée par divers savants pour la chair musculaire des Vertébrés.

La graisse impure enlevée aux microbes par l'acétone a été reprise par le chloroforme, qui a laissé comme résidu de son évaporation une substance grasse, jaune foncé, azotée et phosphorée, que j'ai étudiée telle quelle, vu sa faible quantité, qui ne permettait pas une purification ultérieure. (En opérant sur 2^g à 3^g de microbes humides, j'ai obtenu en moyenne 3^{cg} à 4^{cg} de matière grasse soluble dans le chloroforme.)

Dans chaque cas, le phosphore a été recherché et généralement dosé dans la graisse obtenue; on l'a isolé sous forme de phosphomolybdate d'ammoniaque après traitement de cette graisse en tube scellé par l'acide nitrique fumant. J'ai trouvé du *phosphore dans la graisse de tous les organismes étudiés,* sauf un seul, la *chlorella vulgaris*, qui est cependant plus riche que les autres en graisse, mais que la présence de chlorophylle permet de ranger à part.

Le phosphore ainsi trouvé semble engagé dans des formes particulières de lécithine, car, contrairement à ce que j'ai observé pour le ferment acétique (*loc. cit.*), je n'ai en aucun cas obtenu, après saponification, la réaction de la choline (iodocholine).

Voici les proportions centésimales de phosphore, exprimé en PO^4H^3, trouvées dans les diverses graisses étudiées :

	PO^4H^3. pour 100.		PO^4H^3. pour 100.
B. de la Morve	8	*B. Coli*	2,5
B. du Choléra des Poules	7,5	Levure haute	2
V. du Choléra	7,5	*B. prodigiosus* (path.)	1,5
B. de Shiga	5	B. de la Psittacose	1,5
Proteus vulgaris	5	B. de la Tuberculose	1
B. typhique	3,5	B. de la Dipthérie	0,5
B. du Charbon (aspor.)	3	B. pyocyanique	0,5
B. de la Pseudo-Tuberculose	2,5	B. de la Lymphangite (Nocard)	0,5
B. de Friedländer	2,5	*Chlorella vulgaris*	néant

J'ai reconnu aussi, mais qualitativement seulement, la présence du phosphore dans la graisse des microbes suivants : B. de la peste, streptocoque, pneumocoque, gonocoque, méningocoque.

En dehors du fait général de la présence du phosphore dans la graisse de tous les microbes étudiés, qui se dégage des recherches que je viens d'exposer, il ne faudrait pas attribuer aux proportions de phosphore trouvées une trop grande importance, parce que nous ne possédons pas actuellement de méthode qui permette d'extraire à coup sûr la totalité de la matière grasse.

Cette extraction complète par un dissolvant déterminé dépend, en effet, de la nature du contenu des cellules et de la perméabilité de leur enveloppe.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Conditions d'hydrolyse des protoplasmides.* Note de MM. **A. Étard** et **A. Vila**, présentée par M. E. Roux.

I. La segmentation des tissus azotés sous l'influence d'agents chimiques capables de rompre leurs liens premiers est mal connue. Le plus souvent ce sont des ions acides ou basiques qui accomplissent ce travail de pénétration de l'eau dans les composés quaternaires. Comme tous les degrés d'hydrolyse sont possibles, le dernier est fixé, selon l'usage, par la disparition de couleur de biuret. On n'a plus alors à considérer que des débris moléculaires relativement simples appartenant à la Chimie organique et éloignés des assemblages complexes de la vie.

Une éthérification est une perte d'eau; son inverse, une hydrolyse, est toujours une saponification. A ce point de vue les protoplasmes sont des éthers qu'on hydrate et qui, par conséquent, augmentent fortement de poids. L'expérience montre qu'il n'en est jamais ainsi. La matière semble disparaître, rarement on extrait quelques centièmes de composés définis. Nous nous sommes proposé d'analyser ces faits dont les auteurs tiennent jusqu'à présent si peu de compte.

II. La pratique industrielle montre que quelques millièmes d'acide minéral convertissent l'amidon en glucose par une de ces actions catalytiques qui ont repris consistance.

Pour les protoplasmides chaque auteur se sert, sans les préciser, de quantités d'acide infiniment plus grandes. En ce qui nous concerne, de nombreuses expériences nous ont appris que, dans l'hydrolyse sulfurique, la matière consomme des masses d'acide qui sont pour le moins de l'ordre de grandeur des azotes à saturer sous forme d'acides aminés libérés.

Que l'hydrolyse se fasse par les acides ou par les bases fixes, il faudra toujours chasser ces agents adjuvants et créer ainsi un résidu considérable de matières minérales susceptibles de retenir, par adhérence de masse, des produits hydrolysés, déjà fort peu abondants.

Le muscle de bœuf véritablement contenu dans une boîte de conserves de 1^{kg} est séparé mécaniquement de ce qui l'accompagne, dégraissé, puis haché et bouilli plusieurs fois avec de l'eau. A chaque épuisement la matière est fortement pressée. Ce traitement ne laisse plus sensiblement de graisses ni de dérivés extractifs secondaires. On doit d'ailleurs, pendant qu'il est sec, l'épuiser par l'éther et les dissolvants neutres. Il ne reste plus alors que 240^{g} de tissu musculaire sec à 100°.

III. Dans toute hydrolyse, il sera indispensable de faire ces opérations préalables afin que le rendement en produits séparés commence à avoir un sens analytique inconnu jusqu'à présent. Et cela n'est qu'un minimum de soins. Aucun tissu ne peut être privé de ses cendres ni séparé abondamment en éléments histologiques; encore moins connaît-on ce qu'il contient en réalité d'eau.

La dessiccation à 100°, à poids constant, assure un état d'équilibre, nullement un rapport entre l'eau qui reste combinée et la matière protoplasmique vraie. Au delà de 100° de l'eau se dégage encore. A aucun moment on ne sait si la matière, en quelque sorte caramélisée ou lactonisée, a cessé d'être elle-même en perdant de l'eau de constitution. Dans l'expérience sur 1^{kg} de bœuf conservé, qui a laissé finalement 240^{g} de sec, il a fallu employer 650^{g} d'acide sulfurique et 1200^{g} d'eau. La masse totale de 2250^{g} contenait ainsi 29 pour 100 d'acide et seulement 10,6 pour 100 de muscle sec. Après saturation par la baryte, on a obtenu 1500^{g} de sulfate de baryum sec parfaitement lavé à l'eau bouillante, mais retenant 15^{g} de matières organiques impossibles à extraire.

Dès le début du traitement des protoplasmides apparaît ainsi l'impossibilité de fixer le poids vrai d'où l'on est parti. Puis, l'hydrolyse faite, *sans aucune perte de gaz*, il faut en utiliser les produits. Aussitôt il convient d'éliminer les adjuvants minéraux.

De la sorte, 240^{g} de sec initial ne laissent expérimentalement que 171^{g} de sec hydrolysé final. Dès la première transformation, non seulement il n'y a pas un gain visible de cette eau, qu'on ne sait évaluer, mais encore une perte de 29 pour 100, dont 6 pour 100 sont fixés par les précipités minéraux.

Les états avant et après l'hydrolyse n'ont pas entre eux de rapport connu, malgré les conditions de concentration acide et de dégraissage, toujours nécessaires, que nous signalons. L'eau, sous les deux états, ne peut être

déterminée. Comment alors accorder quelque crédit aux analyses et fixer la quotité des espèces chimiques nouvellement formées? A quoi rapporter ces quantités de matière fréquentes dans les équations, mais restées en fait d'une excessive rareté.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Effets de la lumière sur la vision.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Lippmann.

Dans les pays du Midi, Italie, Afrique du Nord, que nous avons récemment parcourus, nous avons pu faire les observations suivantes :

1. *Acuité visuelle.* — Quelques personnes, prises au hasard, avaient une acuité visuelle, un pouvoir de discerner les détails supérieur à la normale. Relativement à leurs concitoyens de Tunisie, par exemple, ces sujets paraissaient pâles ou avaient la peau blanche. En examinant 117 artisans, formant des corporations dont la vie se passe tout entière dans des quartiers couverts, à l'abri du Soleil, ordinairement appelés *souks*, voici quelles furent nos remarques :

Toutes les vues normales, sans amétropies d'aucune sorte, soit en tout 52 cas, présentèrent une acuité visuelle supérieure à la normale, d'après les indications de l'échelle de Snellen; elle variait de $\frac{6}{5}$ à $\frac{5}{4}$. Un sujet, conforme à ces mêmes indications, nous servait pour ainsi dire d'étalon.

Les autres cas donnèrent 31 myopes ou astigmates qui, après correction par les verres appropriés, accusèrent une acuité de $\frac{5}{6}$ à $\frac{3}{4}$, et enfin des myopies très fortes à acuité de 0,50. Tous ces ouvriers sont tailleurs, passementiers, orfèvres. En refaisant la plupart de nos observations à une heure avancée de la journée, les résultats furent les mêmes.

Donc il semble que l'action modérée du Soleil (seul en cause dans nos recherches) favorise l'acuité visuelle, et, d'autre part, que celle-ci n'est guère influencée par les variations d'éclairage.

2. *Vision des couleurs.* — Les 52 ouvriers ci-dessus, à vue normale, pouvaient reconnaître les couleurs noire, blanche, verte, jaune, rouge. On leur montrait des fils ordinaires longs de 30^{cm}, et à une distance de 2^{m}. Le rose était vu seulement à 1^{m}, et d'un peu plus près le bleu et le vert. Mais les couleurs *habituelles* à ces ouvriers, noire, jaune, gris perle, étaient vues nettement à 4^{m}.

Les écoliers, vivant à la lumière, et non abrités contre elle, perçoivent bien les couleurs, sauf le vert et le bleu qu'ils confondent, uniquement par ignorance du vocabulaire. Placés, au contraire, dans les conditions d'éclairage défectueux des quartiers ouvriers, beaucoup d'entre eux trouve le noir, *rougeâtre,* et la couleur marron, *noire.*

Nos observations portèrent sur 600 cas pris dans une école tunisienne de l'Alliance israélite.

Tandis que, en s'adressant aux écoliers arabes et à quelques libraires adonnés à la lecture, on trouve une vision des couleurs aussi bonne, mais une acuité un peu supérieure.

Ainsi, la vision des couleurs est légèrement améliorée par un éclairage habituel modéré. L'intensité de la lumière solaire paraît exercer une fatigue rétinienne permanente.

Notons enfin ce détail, qui nécessiterait d'autres recherches : que les écoliers, que les lettrés arabes, se servent de livres écrits ou imprimés sur papier *jaune clair*, couleur qui semble préserver la rétine du contraste éclatant de nos imprimés.

3. *Astigmatisme.* — La déformation de la cornée se traduit en général par la couleur plus accentuée du méridien vertical.

Le défaut inverse passait pour être extrêmement rare. Nous avons montré ailleurs [1] que l'astigmatisme inverse croît du nord au sud de l'Italie, de l'est à l'ouest de l'Afrique.

Dans nos colonies, par exemple, il varie dans la proportion de 14 à 54 pour 100. Le taux le plus élevé est fourni par les Marocains disséminés en Algérie. Il eût été intéressant d'examiner les Marocains dans leur pays même, vers le sud où le type berbère s'est réfugié.

Ce sont là des observations d'un grand intérêt anthropologique.

Mais la déformation de la cornée obéit à des tractions musculaires que nous avons mises, à titre d'hypothèse, sur le compte de l'*intensité lumineuse*. Celle-ci produit, comme chacun sait, la constriction pupillaire où interviennent de simples actions musculaires.

En résumé, l'excès de lumière, en dehors des accidents pathologiques, met les yeux dans des conditions fâcheuses pour fonctionner normalement.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Influence de la lumière ambiante sur la vision des signaux de nuit de la Marine.* Note de MM. **André Broca** et **Polack**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une Note précédente (11 novembre 1907), nous avons décrit l'appareil qui nous a servi pour étudier la vision des signaux de nuit dans une

(1) *Bull. Acad. de Médecine*, 26 novembre 1907. Notre statistique comprend environ 1200 observations.

chambre noire ordinaire, et nous avons donné les résultats obtenus quand l'œil est plongé dans une obscurité complète, sauf la lumière extrêmement faible que donne le signal (trou de $0^{mm},07$ de diamètre placé devant une flamme d'acétylène et vu à plusieurs mètres de distance). Nous allons indiquer aujourd'hui les modifications apportées dans ce résultat par la présence de lumière ambiante faible et de grande étendue, nous plaçant ainsi dans des conditions analogues à celles qui sont réalisées souvent dans la pratique, soit à cause des lumières mêmes portées par le bateau, soit à cause du clair de lune.

Nous avons opéré avec l'appareil que nous venons de rappeler, puis, après avoir déterminé nos limites dans l'obscurité absolue, nous allumions derrière l'observateur une lampe à incandescence. Celle-ci donnait un certain éclat aux parois noires de la chambre: nous disposions des écrans convenables pour laisser dans l'ombre l'appareil lui-même, lanterne et diaphragme, afin de ne pas noyer le signal dans la lumière. Ce sont là, en effet, des conditions qui se rencontrent souvent dans la pratique; l'observateur est entouré d'objets plus ou moins éclairés, mais le signal lui-même est au loin dans l'obscurité presque complète.

Pour obtenir des conditions analogues à celles que produit une voile blanche éclairée par la lune ou la lumière du bateau et voisine de l'observateur, nous placions dans le champ visuel périphérique un large carton blanc éclairé par une lampe à incandescence de 16 bougies placée à 14^{m} (éclairement de 0,08 lux).

Nous devions nous attendre, d'après Parinaud, à trouver une action nulle de la lumière ambiante faible sur la vision centrale. Dans ces conditions, la distinction des signaux se faisant essentiellement au moyen de celle-ci, nous devions nous attendre à la trouver peu modifiée par la lumière ambiante faible. Ceci est à peu près exact, mais nous avons pu aller plus loin encore que Parinaud, et montrer que la lumière ambiante faible donne à la région centrale de la fovea, aussi bien pour la sensation lumineuse brute que pour la sensation de couleur, une sensibilité plus grande que l'adaptation complète à l'obscurité.

La connaissance de ces faits n'a qu'une importance pratique peu considérable; mais, comme ils sont assez inattendus, nous en donnons ici la description. Cela ne sera d'ailleurs pas inutile même au point de vue pratique, beaucoup de personnes étant persuadées, *a priori*, que l'adaptation à l'obscurité augmente toujours la sensibilité de l'œil.

Pour le signal bleu, on peut dire seulement que la sensibilité centrale est

assez peu modifiée par la lumière ambiante faible pour qu'on ne puisse faire une mesure nette de cette augmentation. Cependant elle existe d'une manière indéniable.

La visibilité périphérique est, au contraire, considérablement plus faible dans les mêmes conditions, puisque le signal, vu en vision indirecte à 16^m dans l'obscurité absolue, n'est plus vu que jusqu'à $4^m,50$ dans la chambre à parois noires éclairée comme il a été dit.

Le signal rouge, vu à 3^m dans l'obscurité complète, en vision centrale incolore, et jusqu'à $2^m,80$ en vision centrale colorée, et en vision périphérique incolore (voir notre Note précédente), est vu dans la chambre légèrement éclairée jusqu'à 3^m en vision centrale colorée, jusqu'à $3^m,30$ ou $3^m,40$ en vision centrale incolore. En vision périphérique, il est vu un peu moins bien que dans l'obscurité, mais la différence est trop faible pour être nettement mesurée.

Le signal incolore est vu à peu près de la même manière en vision centrale dans l'obscurité ou à la lumière basse; en vision périphérique, la lumière ambiante que nous avons employée abaisse d'un tiers environ la distance de la vision. Le virage au rouge en vision centrale décrit dans notre précédente Note se voit plutôt mieux quand il y a de la lumière ambiante.

En somme, au point de vue pratique, la lumière ambiante, dans les conditions habituelles de l'observation, ne modifie que peu la distinction des signaux puisque celle-ci exige toujours l'emploi de la fovea, et les règles que nous avons données dans notre Note précédente ne sont pas modifiées, elles sont seulement d'une application plus aisée.

Au point de vue théorique il est extrêmement curieux de voir la vision centrale diminuée lors de l'adaptation à l'obscurité, par rapport à ce qu'elle est dans une lumière ambiante faible.

On pourrait à la rigueur expliquer la meilleure distinction des couleurs par le fait que le fond éclairé offre un terme de comparaison. Mais cette explication ne suffirait pas pour rendre compte d'une augmentation, si faible soit-elle, de la sensation lumineuse pure. Il y a donc là des phénomènes très complexes, dont les tentatives d'explication ne peuvent être que du domaine de l'hypothèse. Parmi celles-ci, il en est une cependant que nous voulons mentionner. On ne connaît pas de substance photochimique qui, dans la région de la fovea, remplace le pourpre rétinien des bâtonnets. Il est cependant plausible de penser qu'une réaction photochimique est le phénomène primordial de la sensation lumineuse, aussi bien pour la vision centrale que pour la vision périphérique. Dans ces conditions, il n'est pas absurde de croire que la lumière ambiante joue sur cette substance hypothétique le rôle que joue un léger voile sur

certaines préparations sensibles à la lumière, qui deviennent plus sensibles quand elles ont subi un commencement d'action. E. Becquerel a même observé que le chlorure d'argent, ainsi légèrement impressionné par de la lumière faible, devenait sensible aux *rayons continuateurs,* comme il les a appelés, rayons incapables d'impressionner la substance quand l'attaque n'a pas été commencée.

Cette propriété n'appartient d'ailleurs pas également à toutes les substances et il n'est pas absurde de penser que la substance photosensible hypothétique du centre de la rétine se comporte autrement que le pourpre rétinien.

Sans attacher à cette hypothèse plus de valeur qu'il ne convient, nous avons trouvé utile de l'émettre pour montrer que les faits observés dans la vision ne sont pas incompatibles avec ce que nous connaissons en Photochimie.

BIOLOGIE. — *Présence de levures dans le corps adipeux de divers Coccides.* Note de MM. **A. Conte** et **L. Faucheron**, présentée par M. Alfred Giard.

En dilacérant des femelles de *Lecanium hemisphericum* récoltées à Lyon, nous y avons constaté la présence d'un grand nombre de petits corpuscules ovoïdes dont beaucoup étaient en voie de bourgeonnement. Étalés en frottis et colorés ces corpuscules montrent la structure des levures. Nous les avons ensemencés sur milieux artificiels ; bouillon de viande gélatinée, pommes de terre, carotte, jus de pruneaux, etc.; en quelques jours ces formes levures ont végété abondamment, particulièrement sur carotte.

En aucun cas nous n'avons constaté de sporulation. Nous possédons des cultures âgées de 5 mois dans lesquelles les levures apparaissent enkystées avec une épaisse membrane et un protoplasma dont l'aspect indique un état morbide. Ce même aspect se retrouve dans les produits de dilacération de femelles mortes de *Lecanium*.

Jamais, tant sur les cultures que sur les animaux dilacérés, nous n'avons constaté de formations mycéliennes.

La levure que nous signalons dans le *Lecanium hemisphericum* présente les caractères suivants :

Dans l'animal fraîchement dilacéré elle est de forme ovoïde, généralement apiculée à une extrémité, souvent aux deux; ses dimensions sont très variables : la longueur moyenne est de 26^{μ}, la largeur moyenne de 13^{μ}; beaucoup sont en plein bourgeonnement; celui-ci se fait, en général, par les extrémités apicales.

En culture sur milieux artificiels les dimensions se réduisent beaucoup : la longueur moyenne est de 8^{μ}, la largeur de 4^{μ}.

L'étude de coupes transversales de *Lecanium hemisphericum* montre que les levures sont réparties en très grand nombre dans tout le tissu conjonctif qui comble partiellement la cavité générale et répond au corps adipeux des autres Insectes; elles sont toujours intraprotoplasmiques et sur les coupes colorées apparaissent entourées d'une auréole claire; elles existent toujours en très grand nombre.

En ce qui concerne le mode de propagation de la levure il n'y a pas lieu de songer à la pénétration par la voie digestive : les Coccides sont des Insectes piqueurs et suceurs qui puisent la sève des végétaux.

L'infection par les téguments explique mal l'extrême abondance des *Lecanium* infestés : ce sont des animaux qui se déplacent peu et sont d'ailleurs très protégés par une forte cuticule de chitine. Reste la transmission par les œufs. L'étude des coupes de femelles montre des œufs à divers stades de développement : ces œufs renferment des levures placées le plus souvent directement sous le chorion, quelquefois en plein vitellus. On doit donc admettre que la propagation des levures est assurée par une transmission directe de la mère à tous les individus issus de sa ponte : ceci explique l'extrême abondance des *Lecanium* infestés.

Quels sont les rapports réciproques de la levure et de l'Insecte?

La première hypothèse qui vient à l'esprit est celle d'un parasitisme ; après un examen approfondi, elle nous paraît très douteuse pour les raisons suivantes :

1° Tous les individus de *Lecanium hemisphericum* dilacérés nous ont montré, *sans exception*, des levures.

2° Ces levures existent toujours en très grand nombre et en pleine reproduction dans le corps adipeux qui en est bourré.

3° *L'activité reproductrice du* Lecanium *n'en paraît pas atténuée* et ces insectes parasites continuent à infester les plantes du parc de la Tête d'Or où nous faisons nos observations. Des levures parasites auraient une action néfaste sur leur hôte; nous n'avons jamais constaté semblable action.

L'hypothèse d'un simple commensalisme doit être rejetée en raison de l'habitat intra-protoplasmique et du nombre énorme de levures en pleine reproduction renfermées dans un seul individu de *Lecanium*.

L'hypothèse d'une symbiose a en sa faveur les trois arguments énoncés plus haut. Les levures vivent aux dépens du *Lecanium;* celui-ci ne paraît en éprouver aucun dommage; peut-il en tirer quelque profit? Nous avons montré que les levures envahissent tous le corps adipeux; les fonctions

multiples de celui-ci s'en trouvent certainement très atténuées sinon annulées. Parmi ces fonctions, l'élaboration de diastases digestives pourrait être suppléée par des produits sécrétés par les levures. Nous n'insistons pas, pour le moment, sur une telle hypothèse dont la vérification expérimentale se heurte à de grosses difficultés, mais elle est celle qui cadre le mieux avec l'état actuel de nos observations.

Le *Lecanium hemisphericum* n'est pas le seul Coccide renfermant des formes levures. Nous en avons rencontré, toujours en très grand nombre, dans les *Lecanium oleæ*, *Lecanium hesperidum*, *Pulvinaria floccifera*, etc. Ces levures se présentent avec des aspects différents de celles du *Lecanium hemisphericum*.

L'étude comparée de toutes ces formes nous permettra seule de définir leurs affinités et d'établir, s'il y a lieu, des coupes spécifiques.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la propriété trypanolytique du sérum dans le nagana expérimental.* Note de MM. A. **Rodet** et G. **Vallet**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans nos publications antérieures (*Archives de Médecine expérimentale*, juillet 1906; *Société de Biologie*, 28 juillet 1906; *Comptes rendus*, 6 août 1906) nous avons donné la preuve que, au cours du nagana expérimental, le sérum acquiert une propriété nouvelle à l'égard des Trypanosomes, propriété *trypanolytique*, qui s'exprime *in vitro* par les graves altérations que le sérum fait subir aux Trypanosomes. D'après cela, nous nous sommes crus autorisés à expliquer, par la propriété trypanolytique, la disparition brusque des parasites qu'on observe sous forme de crises trypanolytiques chez certains animaux.

Par suite, nous considérions comme deux processus distincts la trypanolyse précoce et incessante, exercée par certains organes, notamment la rate, et la trypanolyse intermittente dans le sang circulant au moment des crises.

Nous avons fait de nouvelles observations sur cette dernière propriété : il nous a paru qu'il ne suffisait pas de la constater aux différentes périodes d'une crise quelconque, mais qu'il importait d'en suivre la marche dans tout le cours de la maladie, en rapport avec les crises successives et les diverses phases chez un même sujet.

Pour ces observations, de multiples précautions sont nécessaires : le sérum dont on recherche le pouvoir trypanolytique *in vitro* doit être préparé toujours dans les

mêmes conditions (produit par coagulation spontanée, son activité est différente de celle du sérum obtenu par défibrination); il faut aussi qu'il soit éprouvé dans un délai uniforme après la saignée. S'il est intéressant d'observer l'action du sérum sur ses propres Trypanosomes, il est essentiel de le faire agir aussi sur des Trypanosomes empruntés à un autre sujet et de telle sorte que les parasites pris comme réactif soient toujours dans un état aussi identique que possible. Il est indispensable que le mélange soit rigoureusement à l'abri des souillures microbiennes et soit exposé à la même température dans les différents essais. Il importe qu'il soit en couche assez épaisse et toujours uniforme; aussi, préférons-nous, plutôt que d'observer des gouttes pendantes, agir avec des quantités notables de liquide en tube où nous faisons des prises successives. Il est bon enfin que le sérum soit dilué le moins possible par le sang à Tripanosomes. Pour ces diverses raisons, le Chien présente des avantages sur le Cobaye, comme sujet d'étude, et le Rat ou la Souris, comme fournisseurs de Trypanosomes.

Un Chien est infecté le 7 juin. Dès le premier jour et successivement jusqu'à la mort (2 juillet), nous faisons une série de prises de sang par saignée d'une veine. Le sang est reçu dans un récipient stérilisé contenant des perles de verre, défibriné et centrifugé immédiatement. D'autre part, un Rat *à point* (au début de la phase de richesse du sang en parasites) est sacrifié; le sang est recueilli aseptiquement dans le cœur. Dans de petits tubes stérilisés on mélange, toujours en mêmes proportions, le sérum et le sang. Nous avons presque toujours éprouvé comparativement du sérum de Chien neuf. Enfin, plusieurs fois aussi, nous avons examiné l'action du sérum du Chien infecté sur ses propres Trypanosomes. Des préparations microscopiques faites immédiatement et d'autres faites après un temps déterminé de séjour à température constante (36°) sont étudiées, d'une part, à l'état humide (au point de vue de la mobilité des parasites), d'autre part, après coloration (pour suivre les détails des altérations).

Le sérum recueilli le premier jour de l'inoculation, ainsi que celui du septième, alors que l'examen du sang y décelait déjà des parasites, étaient dénués de pouvoir trypanolytique. Dans le sérum du dixième jour (2 jours avant la crise), cette propriété se traduisait déjà par des signes évidents d'altération des trypanosomes propres pendant les opérations même de préparation du sérum. Le douzième jour, en coïncidence avec la première crise, le sérum manifestait une propriété trypanolytique très accentuée (altération déjà très avancée des trypanosomes de Rat après 1 heure et demie, temps au bout duquel les trypanosomes sont toujours bien conservés dans le sérum du Chien neuf pris comme témoin). La propriété trypanolytique a été ensuite constatée : le lendemain de la première crise; 2 jours plus tard, alors que les trypanosomes reparaissaient dans le sang (première reprise); la veille de la dernière crise; au commencement de la deuxième reprise; enfin 2 et 3 jours plus tard, la veille et le jour même de la mort,

sans qu'on remarquât de différence notable dans l'intensité de la trypanolyse déterminée par ces divers échantillons.

Le pouvoir agglutinatif s'est comporté autrement, avec des maxima précédant immédiatement les crises.

Dans les phases de reprise d'infection, les trypanosomes mêmes du Chien étaient nettement moins sensibles à l'action trypanolytique du sérum que les trypanosomes du Rat.

Nous avons enfin constaté que le chauffage du sérum à 55° lui fait perdre, au moins en partie, sa propriété trypanolytique.

En tenant compte de l'ensemble de toutes nos observations, nous pouvons formuler les propositions suivantes : 1° chez les animaux sans crises (Rat), le pouvoir trypanolytique du sérum croît graduellement, à partir du moment où il s'établit, jusqu'à la mort; 2° chez les animaux à crises (Chien), cette propriété se développe avant la première crise et persiste ensuite jusqu'à la fin. D'après cela, il n'est pas possible de voir dans cette propriété trypanolytique un résultat, une conséquence des crises. Dans la mesure où les observations faites sur le *sérum* s'appliquent au *sang circulant*, il est légitime de considérer au contraire cette propriété comme facteur de la disparition critique des trypanosomes, et la résistance particulière accusée ensuite par les parasites comme une des conditions des reprises d'infection.

MÉDECINE. — *Pathogénie du glaucome.* Note de M. **A. Terson**, présentée par M. Lannelongue.

La pathogénie du glaucome doit avant tout s'éclairer par l'étude de la Pathologie générale. Dans le glaucome primitif, il faut faire une place à part aux variations et modalités de la pression sanguine *pathologique*. Nous avons constaté, avec M. Campos, les premiers (1897-1898) l'existence de l'hypertension artérielle chez les glaucomateux et nous rappellerons les recherches ultérieures de Bajardi, H. Joseph et Frenkel. L'opinion qui attribuerait exclusivement le glaucome à l'hypertension artérielle est trop simpliste. S'il en était ainsi, tout hypertendu artériel (tel qu'un brightique) serait forcément glaucomateux, ce qui n'est pas exact. De plus l'hypertension de l'œil peut subsister, alors que la pression sanguine a baissé. L'état de la tension sanguine n'est qu'un des éléments du problème pathologique et pathogénique et les médications correspondantes sont encore à l'étude.

Chez le glaucomateux, en plus de la fréquente hypertension artérielle,

une série de facteurs ont la plus grande importance pathogénique. L'hérédité, le sexe, les conditions sociales, les diathèses, surtout le neuro-arthritisme, les troubles osmotiques, les lésions de l'appareil cardio-vasculaire et rénal, parfois des infections générales et des intoxications, sont des causes où les éléments nerveux, vasculaire et toxique sont diversement combinés, surtout dans le glaucome *chronique*.

Le glaucome *hémorragique* est la plus haute expression de l'artério-sclérose locale et générale, avec hypertension artérielle.

Le glaucome *aigu* diffère notablement des précédentes variétés et pourra probablement être reproduit expérimentalement. Il y a ici un élément actif, *fluxionnaire*, mais qui n'a *rien d'inflammatoire* et qui doit, pour nous, comme nous le soutenons depuis longtemps, être classé dans les *œdèmes aigus*, exsudatifs, séro-albumineux, qu'on observe dans d'autres régions (poumon, larynx, etc.).

L'hypersécrétion est donc au plus haut degré dans le glaucome aigu; mais, dans tous les glaucomes, la projection, brusque ou lente, de l'iris en avant et son adhérence aux voies de filtration de l'œil favorisent l'hypertonie par rétention combinée à l'hypersécrétion dans la plupart des cas.

Dans le glaucome *seccondaire*, la rétention et l'oblitération des voies de filtration sont, sauf dans quelques exceptions, primitives.

Pour la *reproduction* expérimentale du glaucome, les expériences directes sur l'œil ne donnent que des hypertonies secondaires, radicalement différentes du glaucome primaire, et n'ont aucun intérêt.

Le but à poursuivre est de produire le glaucome aigu sans toucher à l'œil. Le glaucome aigu a si souvent un caractère subit, presque expérimental, comme l'œdème aigu, qu'il doit constituer le type d'études et l'idéal à atteindre. Le terrain de choix serait le singe anthropomorphe, qui est le seul animal dont les voies de filtration oculaire soient presque identiques à celle de l'homme. On suivra, pour la mise en état de *réceptivité* glaucomateuse et pour le détail des expériences, les recherches qui ont déjà (Le Calvé, Josué, Teissier et d'autres) amené la reproduction expérimentale des œdèmes aigus.

La pathogénie des glaucomes n'avancera que si on la remet ainsi, cliniquement et expérimentalement, sur cette voie nouvelle de la pathologie générale.

MÉDECINE. — *La mort subite des enfants par le thymus et dans l'anesthésie chloroformique (Étude anatomique, physiologique et clinique).* Note de M. R. **Robinson**, présentée par M. O. Lannelongue.

L'attention a été de nouveau attirée sur certains cas de mort subite des nouveau-nés et à la suite de l'anesthésie par le chloroforme. On a incriminé les parents dans le premier cas, l'impureté du chloroforme dans l'autre. Des recherches cadavériques on a conclu que c'était le thymus qui était cause de cette mort inexpliquée. En effet, cette glande de la vie fœtale et des premières années de la vie extra-utérine a quelquefois un volume considérable soit par hyperplasie congénitale, soit par hypertrophie pathologique. Mais son rôle dans le cas particulier a donné lieu aux divergences, en ce sens que quelques auteurs comme Astley Cooper, Virchow lui ont attribué une action compressive sur les organes médiastinaux, tandis que Friedleben, un auteur souvent cité dans la matière, conteste la possibilité d'une compression par le thymus sur le cœur, sur les vaisseaux et les nerfs, de même que sur les voies respiratoires.

Baudelocque et Blache, Grawitz, Brouardel n'ont constaté aucune diminution du calibre de la trachée dans les cas dont ils ont fait l'autopsie. *A priori*, une telle compression n'est guère possible de la part d'un viscère dont la consistance est plutôt molle. En outre, on a observé quelques cas où le thymus était relativement petit.

Pour élucider cette question, j'ai étudié, au point de vue anatomique, le thymus et ses rapports en même temps que la topographie du nerf phrénique, du péricarde et des plèvres. Mes recherches ont porté sur des nouveau-nés et sur des embryons humains et de mouton. J'ai fait durcir mes sujets à la glycérine ou au formol, injecté les vaisseaux et traité les nerfs par l'acide osmique ou par les sels d'argent.

Le thymus, qui descend de la base du cou vers la moitié supérieure du cœur et va quelquefois jusqu'au contact du diaphragme, est enveloppé d'un tissu conjonctif qui se continue en haut avec l'aponévrose cervicale, en bas avec le péricarde et latéralement avec les plèvres. Ce *fascia thymique* est plus ou moins épais et souvent adhérent aux parties adjacentes. Il forme latéralement avec la plèvre une gouttière conique, en coque de bateau, au fond de laquelle on voit, par transparence, le nerf phrénique accompagné des *vasa pericardiaca*. Une coupe sagittale passant au milieu du lobe droit et vers le bord externe du lobe gauche du thymus tombe sur le nerf et les vaisseaux. Cette différence de rapports est expliquée par l'Embryologie : dans les premiers

stades de l'évolution, la cavité thoracique est en grande partie occupée par le péricarde primitif, tandis que l'ébauche pulmonaire est située dans une étroite gouttière (diverticule thoracique du cœlome de His). Plus tard, les poumons se développent, poussent la plèvre vers la ligne médiane et occupent une grande partie de la place occupée par le péricarde. L'œsophage et surtout l'aorte située vers le flanc gauche de la colonne vertébrale poussent en avant et en dehors le nerf phrénique gauche. Celui-ci est enserré dans cette poussée de la plèvre entre cette séreuse et le péricarde. Il se rend à la portion ventrale (ant.) du diaphragme, car c'est cette portion seule (*Septum transversum*) qui est formée; la portion dorsale ne sera constituée que plus tard et recevra son nerf par une voie détournée.

Cette disposition du phrénique explique le danger qu'il peut courir dans le cas d'un accolement de la plèvre, du péricarde et du fascia thymique, par un processus inflammatoire, scléreux, destructif. Certains cas de mort subite dans la pleurésie reconnaissent probablement comme origine cette particularité anatomique. Laschka y voit la cause de quelques troubles insolites observés dans les lésions pleuro-pulmonaires.

Arrivé au niveau du diaphragme, le nerf phrénique rencontre toujours la plèvre et le péricarde. Ses connexions sont intimes avec les séro-appendices qui se relèvent du diaphragme vers le cœur. A l'instar de leurs congénères, dont j'ai eu l'honneur de présenter récemment à l'Académie une étude préliminaire, ces séro-appendices sont richement vascularisés, réglant la circulation du péricarde et peut-être celle du cœur par quelques anastomoses avec les vaisseaux coronaires. Ils sont également susceptibles de s'enflammer, de produire des adhérences, de se calcifier et d'étouffer les nerfs et les vaisseaux avec lesquels ils sont en contact.

Enfin, le nerf diaphragmatique a des anastomoses avec le nerf vague, les splanchniques, les nerfs intercostaux. A la suite de Laschka qui les a rencontrées chez l'homme, de Ramström qui les a étudiées chez le chat, je les ai trouvées chez le jeune mouton et chez l'homme.

Ce sont justement ces anastomoses qui nous apporteront une solution à la question posée. Voici d'abord des faits :

J'ai déjà publié après Briquet, Angelo Mariani, un cas d'apnée dû à la paralysie du nerf phrénique. A voir ces malades, on croit qu'ils vont mourir. L'atropine donne lieu au même syndrome chez les individus dont les organes respiratoires ne fonctionnent pas normalement. Gubler avait constaté le fait; j'ai publié, de mon côté, un cas identique. Le chloroforme va plus loin, il paralyse d'abord le diaphragme, ensuite le cœur. Duchenne (de Boulogne) cite des cas de mort subite chez des sujets dont le nerf phrénique est paralysé, à la suite de la *moindre bronchite*. M. Potocki a observé un cas de mort subite chez un nouveau-né dont l'autopsie a montré un gros thymus adhérent avec « absence d'un poumon ». Lancereaux a publié des cas de mort subite dans les affections nerveuses abdominales. Lauensteint interprète les cas de mort subite dans certaines lésions péritonéales, dans la

fièvre typhoïde par l'anastomose nervo-nerveuse des rameaux péritonéaux qui viennent du phrénique. Un coup brusque sur l'épigastre de jeunes animaux produit dans certains cas la mort subite.

Ces faits tant expérimentaux que d'observation impartiale montrent que la mort subite est le résultat de la paralysie diaphragmatique (syncope respiratoire) suivie de la paralysie du pneumogastrique et de ses rameaux cardiaques (syncope cardiaque) par les anastomoses nervo-nerveuses incontestables. C'est une grande chaîne qui entoure la cloison thoraco-abdominale qui commande la vie et la mort de l'individu.

Dans cette courte Note, j'ai tâché de résumer le résultat de mes deux années de recherches. Je termine ce travail en citant une idée sage d'un grand savant qui vient de disparaître : « Un travail ne vaut un souvenir durable s'il n'a pas entraîné la Masse avec lui dans sa signification et dans ses plans scientifiques. » (Émile Selenka). J'aurai toujours à cœur de me conformer dans mes études à ce grand principe.

MÉDECINE. — *Action du chlore sur le bacille tuberculeux.* Note de MM. **Moussu** et **Goupil**, présentée par M. d'Arsonval.

Parmi les propriétés du bacille tuberculeux, la plus caractéristique, celle qui est considérée comme fondamentale par excellence, est celle dite *de l'acido-résistance*. Pendant longtemps, cette propriété a été considérée comme appartenant en propre et exclusivement aux substances grasses et cireuses qui imprègnent les bacilles et les protègent de façon si efficace contre toutes les influences d'altération et de destruction. Les recherches d'Auclair, venant après celles de Behring, ont montré que toutes les parties constituantes des bacilles sans exception, substances adipo-cireuses, matières protoplasmiques et stroma cellulosique étaient acido-résistantes. L'acido-résistance persiste malgré l'action des dissolvants des substances grasses et des matières protoplasmiques et même malgré l'action de solutions de potasse portées à l'ébullition.

D'où il résulte que la plupart des réactifs employés (alcool, éther, chloroforme, éthers de pétrole, solutions de potasse, etc.), pour modifier, dissocier ou désorganiser les éléments constituants des bacilles tuberculeux, restent sans action sur la propriété fondamentale de ces bacilles.

Or, au cours de recherches effectuées sur l'action de certains agents chimiques contre le bacille tuberculeux, nous sommes arrivés à constater un

fait nouveau, qui consiste dans la possibilité de faire disparaître assez rapidement l'acido-résistance. Il se produit en même temps une modification profonde dans la constitution du bacille, modification que nous préciserons ultérieurement.

Lorsqu'on soumet des bacilles tuberculeux en état de culture humide et fraîche à l'action du chlore, celui-ci a d'abord pour effet de tuer ces bacilles, puis rapidement de se combiner avec les éléments de constitution pour modifier profondément l'état primitif. Le chlore se combine avec l'hydrogène de l'eau d'imprégnation, avec les acides gras et les matières cireuses, avec le protoplasma et la cellulose pour donner des produits de substitution ou d'addition dont l'étude est poursuivie et sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir.

Au cours de ces actions, il y a formation d'acide chlorhydrique en quantité appréciable, et la réaction de la masse bacillaire est franchement acide. Apparemment ces bacilles ont été blanchis, et l'ensemble forme une masse pâteuse légèrement hygrométrique, même après séjour prolongé à l'air libre pour provoquer la disparition de l'excès de chlore d'imprégnation.

En faisant une émulsion homogène de cette masse dans l'eau distillée, nous avons trouvé qu'il fallait en moyenne 25^{cg} de carbonate de soude pour neutraliser l'acidité de 1^g de bacilles frais chlorés.

Colorés par la méthode d'Erlich ou de Ziehl, les éléments se teintent uniformément, mais cette coloration ne résiste plus à l'action des acides dilués : acide azotique à $\frac{1}{3}$ ou acide sulfurique à $\frac{1}{4}$, l'acido-résistance est disparue. En opérant à intervalles successifs, par des préparations multiples depuis le début de l'action du chlore, on assiste à la diminution progressive puis à la disparition de l'acido-résistance. Cette diminution de l'acido-résistance n'est d'abord que partielle et imparfaite, donnant après recoloration au bleu une teinte intermédiaire d'aspect violacé, pour devenir complète et absolue dans la suite.

Sous l'action prolongée du chlore, la modification de constitution des bacilles tuberculeux est d'ailleurs très profonde, car on peut les détruire dans leur continuité et leur aspect. Si après agitation énergique avec des billes de verre, pour en obtenir des émulsions aussi homogènes que possible, on en fait ensuite des préparations, on constate que les éléments bacillaires n'ont plus leur aspect normal, qu'ils sont dissociés, comme granuleux et fragmentés, se présentant à l'examen bactériologique sous forme de petites sphérules ou granulations de dimensions très faibles, indifférentes aux colorants.

Cette modification d'aspect est due à la formation de dérivés bacillaires chlorés, doués de propriétés particulières.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence du Trias dans les montagnes de Gigondas (Vaucluse) et sur les phénomènes de charriage qui s'observent dans ce massif.* Note de M. L. JOLEAUD.

A l'ouest du mont Ventoux s'élèvent une série de crêtes remarquablement découpées qui ont reçu les noms significatifs de *dentelles* et d'*aiguilles* et sont situées au voisinage du village de Gigondas.

Les terrains jurassiques et crétacés qui constituent la majeure partie de ces reliefs ont fait, il y a plusieurs années déjà, l'objet d'une étude stratigraphique extrêmement minutieuse de la part de M. Léenhardt. Les sédiments attribués par ce géologue à la série tertiaire comprenaient : l'*Horizon de Suzette*, le Lacustre à gypse et la Mollasse marine. Nous avons montré dans une Note récente ([1]) que les dépôts de la Mollasse marine de Gigondas devaient être rapportés partie au Burdigalien, partie à l'Aquitanien. Les couches lacustres à gypse, qui décrivent un immense arc de cercle autour de la plaine de Carpentras, comprennent, dans l'ensemble de la région, cinq groupes d'assises : 1° des calcaires à moules d'Hélices, de la taille de l'*Helix Corduensis;* 2° des calcaires à *Melanoides Lauræ*, où nous venons de découvrir des restes de *Cadurcotherium Cayluxi;* 3° des sables où nous avons rencontré tout récemment *Acerotherium Filholi;* 4° des marnes multicolores et des gypses; 5° des calcaires à empreintes de Poissons, de facies identique aux couches d'Aix. L'âge stampien des calcaires (2°) et des sables (3°) est rigoureusement établi par la présence des Mammifères précités, dont nous devons la détermination à MM. Depéret et Roman; les Hélices des calcaires (1°) semblent plutôt indiquer aussi le Stampien. Les assises (4°) et (5°), qui rappellent tout à fait la série d'Aix, pourraient être rapportées au Sannoisien, ainsi que M. Depéret l'avait déjà proposé, précisément pour les dépôts des environs d'Aix.

L'*Horizon de Suzette* comprend lui-même deux groupes : à la partie supérieure des grès grossiers rouges et des conglomérats bréchoïdes, alternant avec des marnes, des sables, et même de petits bancs calcaires; à la base des cargneules, des dolomies, des calcaires bleuâtres en bancs épais, des argiles irisées, des gypses, etc. Près du Petit-Montmirail, on voit les grès rouges reposer sur des calcaires sannoisiens inférieurs qui sont eux-mêmes superposés aux marnes sannoisiennes supérieures, tandis que les cargneules, dolomies, etc., sont subordonnées aux marnes oxfordiennes, qui supportent à leur tour les calcaires tithoniques.

Les différences pétrographiques qui existent entre les assises supérieure et inférieure de l'*Horizon de Suzette* sont particulièrement nettes. Tandis que les premières sont de facies identique aux couches éocènes inférieures de Mérindol, éocènes moyennes de Jocas, etc., les secondes rappellent tout

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 345.

à fait le Trias et l'Infralias des régions méditerranéennes. Les couches rouges affleurent toujours au contact des sédiments oligocènes, principalement sur les bords du massif; les cargneules, dolomies, etc., occupent, au contraire, le centre du relief, où elles sont constamment en relation avec le Jurassique. L'attribution des couches détritiques rougeâtres à l'Éocène et de l'ensemble cargneules-dolomies, etc., au Trias et à l'Infralias est en complet accord avec les documents paléontologiques fournis par l'*Horizon de Suzette : Planorbis pseudo-ammonius,* découvert par Fontannes dans un bloc calcaire peu roulé, à la surface des sables oligocènes et au voisinage immédiat des couches rouges; fragments d'*Encrines* et d'*Ammonites,* découverts par M. Léenhardt dans les calcaires en bancs épais qui s'intercalent au milieu des cargneules et des dolomies du centre du massif.

L'étude détaillée des terrains qui occupent le revers sud-occidental du massif de Gigondas (Burdigalien, Aquitanien, Stampien, Sannoisien et Éocène), révèle l'existence, dans cette partie de la bordure de la plaine du Comtat, d'accidents tectoniques extrêmement complexes : 1° *renversement* et *refoulement* des terrains qui se trouvent en contact avec le Trias sur ceux qui sont situés plus en contre-bas au voisinage de la plaine; *ce renversement et ce refoulement affectent indistinctement des terrains quelconques de la bordure;* 2° *écrasement en biseau* des assises tertiaires par le glissement à leur surface de l'ensemble Trias-Jurassique et *formation de klippes* le long de cette surface; 3° *décollement* produit par les poussées tangentielles suivant la surface de contact du Trias et du Jurassique et *étirement intensif* le long de celle-ci, de telle sorte que les sédiments liasiques, mésojurassiques, calloviens et parfois même une partie ou la totalité des assises oxfordiennes, sont restés en profondeur.

Tout le cortège habituel des *phénomènes de charriage* se trouve donc exister sur le bord sud-occidental du massif de Gigondas.

Des terrains qui affleurent à l'intérieur de ce même massif, Trias, Infralias, Oxfordien, Rauracien, Séquanien, Kimeridgien, Portlandien, Berriasien, Valanginien et Hauterivien, les deux derniers seuls se retrouvent dans les reliefs voisins du Ventoux et de Vaison. Par contre la plupart des terrains qui contribuent à la formation du Ventoux et du massif de Vaison, Barrémien, Aptien, Albien, Cénomanien, n'existent pas dans les montagnes de Gigondas. Dans l'ensemble Ventoux-Gigondas-Vaison, les Dentelles de Gigondas paraissent constituer, en raison de leur nature géologique, une *masse exotique,* et cette impression semble confirmée aussi bien par l'acuité de leurs lignes de reliefs, qui contraste singulièrement avec la monotonie du modelé de la Haute-Provence, que par leur allure tectonique qui diffère profondément de celle des régions voisines.

Les montagnes de Gigondas sont constitués par une série de plis imbriqués,

couchés au Sud-Est, et dont les axes, d'abord sensiblement parallèles et tous orientés NE-SO, finissent par converger du côté de l'Ouest vers un même point, situé un peu à l'est du village de Gigondas, comme si la poussée tangentielle qui leur a donné naissance avait été déviée à l'Ouest par la rencontre d'une masse résistante.

Ainsi qu'il est aisé de s'en rendre compte, sur de nombreux points de la bordure du massif, cet ensemble de plis imbriqués chevauche sur les assises tertiaires du bord de la plaine.

Des rochers jurassiques et néocomiens, isolés au milieu de la dépression tertiaire d'Entrechaux, relient les plis les plus septentrionaux des montagnes de Gigondas aux affleurements jurassiques et néocomiens qui s'observent, à la faveur de dislocations considérables, à l'est de la montagne de Bluye, près du village de Pierrelongue. Au sud de la dépression d'Entrechaux, les anticlinaux de la crête de Bluye et du synclinal de la Plate s'ennoyent sous les dépôts tertiaires de Malaucène, au sud desquels s'étale largement la grande masse triasique, jurassique et néocomienne de la partie méridionale des montagnes de Gigondas. Plus au sud encore, on voit celle-ci chevaucher sur le prolongement occidental des derniers plis-failles du Ventoux (pli-faille du signal de Sueil continué par la barre éocrétacée du sud-est de Font-Salé; pli-faille de la crête du Ventoux continué par la barre du Barroux).

Les dentelles de Gigondas apparaissent, dès lors, comme le résultat de phénomènes de charriage dus au refoulement vers le Sud-Est de la partie occidentale de la montagne de Bluye.

GÉOLOGIE. — *Sur le Néocrétacé de l'Argolide.* Note de MM. **Ph. Négris** et **Const.-A. Ktenas**, transmise par M. Albert Gaudry.

Les environs de l'Asklépeion ne sont pas seulement remarquables par la présence du Trias ammonitifère, signalé par MM. Frech et Renz, mais aussi par *le renversement d'une série de couches qui paraît s'étendre du Trias jusqu'au Crétacé supérieur.* C'est ainsi qu'une coupe NO, menée par le gisement des Ammonites situé près de l'Asklépeion et les collines de Théokaphta et de Skinias, rencontre les couches suivantes :

1° Calcaire rouge triasique à Ammonites, Orthoceras, etc.

2° Hornstein rouge sans fossiles.

3° Calcaire puissant gris, avec lits et rognons de hornstein gris blanchâtre, formant le sommet de la colline de Théokaphta.

4° De nouveau, hornstein de diverses couleurs, remplacé localement par une forma-

tion de grès et de schiste argileux. En prolongement de cette couche, on rencontre, vers le ravin de Vromoneri, de la serpentine.

5° Alternance de marnes calcaires et de calcaires marneux, en bancs, avec les fossiles suivants, dont nous devons la détermination à l'obligeance de M. Félix de Leipzig :

Radiolites sp.;
Omphalia, très voisine de *O. Kefersteinii* Münst. sp. (Turonien supérieur);
Natica, forme parente de *N. Requieniana* d'Orb. (Angoumien);
Nerinea, forme parente de *N. Buchi* Zck. (Turonien supérieur);
Turritella.

Ces couches, formant la colline Skinias jusqu'à la chapelle de Hag. Georgios, appartiennent, d'après le même savant, à l'Angoumien ou au Sénonien inférieur.

6° Calcaire gris clair, avec sections de rudistes indéterminables, passant au grès de la vallée de Lygourio par une mince couche de calcaire rouge qui souvent disparaît.

Toutes ces couches sont orientées généralement NE, avec variations tantôt vers le NNE et tantôt vers l'ENE; elles inclinent au Sud dans un ordre renversé, puisque le Crétacé plonge sous le Trias. Les assises comprises entre le Trias et l'Angoumien ne nous ont pas fourni de fossiles.

On retrouve le Néocrétacé sur d'autres point de l'Argolide. C'est ainsi qu'au monastrère de Karakalas, contre l'Arachnœon, des bancs de grès alternant avec des couches puissantes de conglomérat et inclinant fortement au NE, sont surmontés, *en discordance*, sur la colline de Paliambelo, audessus du monastère, par un calcaire gris, marneux par endroits. Nous avons constaté dans ce calcaire la présence des fossiles suivants :

Spondylus forme parente de *S. Requienianus* Math. (Angoumien).
Cardium et *Turritella*.

Les conglomérats recouverts par ce calcaire contiennent des galets de hornstein noir et rouge, de quartz, de différentes roches basiques, de grès, de rares galets de calcaire gris et rouge et quelquefois blanc et d'un quartz-porphyre bleu verdâtre. Ils doivent être considérés, à cause de la composition minéralogique des galets, comme identiques au conglomérat de Pronia dont l'âge kiméridgien a été fixé par M. Cayeux [1].

La même discordance se présente sur la colline qui porte la citadelle antique, à Katchingri, entre le monastère de Karakalas et Nauplie, entre un calcaire à sphærulites néocrétaciques (déterm. M. Douvillé) et une formation de grès. Celle-ci forme la continuation du système de grès et conglomérats kiméridgiens de Karakalas, mais pourrait peut-être, comme âge, remonter à un niveau plus récent, si le calcaire à Hippurites découvert par M. Renz sur la route de Nauplie à Lygourio forme bien des couches subordonnées au grès [2].

Ainsi le grès de la vallée de Lygourio appartiendrait à plusieurs horizons, parmi lesquels figure avec certitude le Kiméridgien.

---

(1) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1904, p. 100.
(2) *Centralblatt für Min., Geol. und Petr.*, 1906, p. 549.

Encore plus au Sud, au sud-est d'Hagia Moni, on retrouve encore un calcaire qui paraît être la continuation du calcaire de Katchingri et qui recouvre encore ici un conglomérat à ciment psammitique, dans lequel l'expédition de Morée avait constaté la présence de *Diceras*, retrouvé par nous-même.

Enfin le calcaire turonien apparaît de nouveau entre Piada et Palæa Epidavros, où l'on trouve dans des couches bien stratifiées un gisement de rudistes, en nombre considérable, près de Hagios Nikolaos. Parmi ces rudistes figure le *Radiolites hellenicus*.

De tout ce qui précède il résulte qu'outre la discordance observée par M. Cayeux, dans la vallée de Pronia, entre l'Infracrétacé et le conglomérat kiméridgien ([1]), il existe *une autre discordance qui se poursuit à travers une grande partie de l'Argolide entre le Néocrétacé (Angoumien) et les grès et conglomérats*, par endroits déterminés comme jurassiques. Cependant, au nord de l'Argolide, contre le village de Hag. Vasilios, ce même conglomérat est recouvert par le calcaire tithonique de Philippson, sans qu'on puisse dire s'il y a discordance ou non.

Rappelons d'ailleurs que, dans l'Attique, la formation calcaire néocrétacique, reposant sur les schistes et grauwackes d'Athènes, commence par l'Angoumien, comme l'a constaté l'un de nous ([2]). L'inclinaison des couches calcaires, au mont Lykabète, fait un angle très marqué avec le plan de contact des deux formations, ce qui pourrait démontrer encore ici une discordance, comme l'avait déjà avancé M. Nasse ([3]).

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte de Vertébrés dans les mollasses oligocènes du Fronsadais (bassin de la Gironde)*. Note de M. G. **Vasseur**, présentée par M. Michel Lévy.

On sait que, dans le bassin de la Gironde, l'Oligocène inférieur se compose des *mollasses du Fronsadais*, surmontées par le *calcaire de Castillon* à *Nystia Duchasteli*. Cet ensemble peut être synchronisé avec les dépôts du bassin de Paris qui recouvrent les *marnes blanches supra-gypseuses*, c'est-à-dire les *marnes vertes* à *Cyrena convexa* et le *calcaire de la Brie*. Ces formations n'ayant fourni jusqu'à présent aucun reste de Mammifère, la question

---

([1]) *Loc. cit.*, p. 98.
([2]) C.-A. Ktenas, *Comptes rendus*, 1907, 25 mars.
([3]) *Zeitschrift d. deutschen geol. Ges.*, t. XXXIV, p. 151.

n'a pu être résolue de savoir si la faune terrestre oligocène fit son apparition dès les premiers temps de la période.

La seule indication que nous possédions à cet égard nous a été fournie par le gisement de Ronzon, près du Puy, où depuis longtemps on a découvert, dans un niveau marneux, une série remarquable de Mammifères.

On a rencontré, en effet, dans ce terrain, un certain nombre de types caractéristiques de l'Oligocène moyen, associés aux derniers *Palæotherium* devenus très rares, et M. Boule en a judicieusement conclu que cette faune, à caractères mixtes, devait appartenir à une division intermédiaire de la série géologique, c'est-à-dire à l'Oligocène inférieur (¹) (niveau du calcaire de Brie).

Le gisement que nous venons de découvrir dans le Lot-et-Garonne appartient à une assise interstratifiée dans la série, et dont l'âge reconnu depuis longtemps ne saurait être discuté.

Les mollasses du Fronsadais se montrent dans le Médoc et le Blayais avec un facies saumâtre caractérisé par la présence d'une *Ostrea* voisine de *O. longirostris;* elles reposent, dans cette région, sur les marnes à *Anomia girondica* que nous avons vues se continuer, dans le Castillonnais et le Périgord, avec les calcaires à *Palæotherium* et *Xiphodon,* et sont recouvertes par les *argiles à nodules* et le *calcaire* de Castillon (Sannoisien supérieur). Cette assise est donc comprise, comme les *marnes vertes parisiennes,* entre les couches à faune paléothérienne et les sédiments palustres à *Nystia Duchasteli;* enfin, la similitude de situation s'accuse encore si l'on observe que, dans les deux bassins, ces derniers calcaires supportent également la puissante formation marine de l'étage stampien.

Quand on suit, dans la direction de Libourne, les mollasses du Fronsadais, on constate que le dépôt saumâtre, très fossilifère à l'Ouest, s'appauvrit progressivement, pour prendre enfin les caractères d'une formation palustre, susceptible par conséquent de fournir des restes de Vertébrés. Sous ce dernier rapport cependant, nos recherches, poursuivies depuis une vingtaine d'années, étaient restées aussi infructueuses que celles de nos devanciers, et nous ne pouvions, dans ces conditions, conserver l'espoir de solutionner un jour, dans cette région, l'intéressant problème paléontologique précédemment énoncé.

Une observation de Tournouër, datant d'une quarantaine d'années, et

---

(¹) On sait cependant que le niveau de Ronzon est supérieur aux couches à *Palæotherium* de la région.

faite aux environs d'Auriac (Lot-et-Garonne), devait cependant retenir toute notre attention.

En 1865 (¹) et 1867 (²), Tournouër avait signalé la découverte de nombreuses dents de *Paloplotherium minus* dans une argile exploitée près d'Auriac, à la base même des mollasses du Fronsadais.

Dans la coupe qu'il en a publiée, 7ᵐ de sable séparaient l'argile à *Paloplotherium* du calcaire de Castillon. Il hésite dans l'attribution de la couche fossilifère à l'assise mollassique ou à l'Éocène supérieur et paraît finalement pencher pour cette dernière détermination.

La découverte que nous venons de faire est beaucoup plus concluante, parce qu'il s'agit cette fois d'un dépôt dont l'âge n'est pas discutable et de Vertébrés caractéristiques du terrain oligocène.

C'est à 3ᵏᵐ environ d'Auriac, mais dans la commune de Pardailhan, et à 2300ᵐ de la tuilerie de Gravelines aujourd'hui abandonnée, que nous avons recueilli, dans la mollasse du Fronsadais, des restes de Mammifères. La tuilerie de Soumailles exploite en cet endroit deux horizons argileux séparés par l'assise mollassique et surmontés par le calcaire de Castillon.

Dans un niveau de sable fin graveleux, nous avons recueilli 45 mâchoires inférieures de *Paloplotherium minus* et plusieurs autres ossements de Mammifères, des restes de Tortues et de Crocodiles et une dent d'un genre nouveau de *Rhinocéridé*.

PALÉOBOTANIQUE. — *Sur quelques plantes fossiles nouvelles dans le Sparnacien de la région parisienne.* Note de M. **P.-H. Fritel**, présentée par M. R. Zeiller.

Dans les argiles sparnaciennes du bassin de Paris, dont j'étudie la flore en ce moment, j'ai reconnu la présence de deux Nymphéacées nouvelles qui me paraissent, sinon absolument identiques, du moins extrêmement voisines des genres suivants : *Nelumbium* et *Nuphar*.

Au premier de ces genres je crois pouvoir rapporter des organes assez communs dans la couche d'argile noire ligniteuse qui couronne les « fausses glaises » à Arcueil (Seine).

Comparés aux akènes des espèces actuelles, ces organes, pour lesquels je propose le

(¹) *Comptes rendus*, 31 juillet 1865.
(²) *Soc. géol. de Fr.*, 2ᵉ série, t. XXIV, p. 833.

nom de *Nelumbium palæocenicum*, ne m'ont paru différer de ceux du *Nelumbium luteum* Willd. que par leur taille, qui est un peu moindre. Ils sont particulièrement conformes aux akènes d'un échantillon de l'herbier du Muséum de Paris, étiqueté sous le nom de *N. Jamaïcense*, synonyme de l'espèce précédemment citée.

La seconde Nymphéacée que j'ai l'honneur de signaler à l'Académie est représentée par un lambeau de rhizome provenant des argiles noires feuilletées ligniteuses qui se rencontrent à la base de l'argile plastique à Vanves et à Issy (Seine), c'est-à-dire à un niveau stratigraphique sensiblement inférieur à celui dans lequel l'espèce précédente a été rencontrée.

Cette empreinte de rhizome, d'une conservation médiocre, laisse néanmoins distinguer, à sa surface, des cicatrices pétiolaires et radiculaires ayant de grandes analogies avec celles qui ornent les rhizomes des *Nuphar* actuels.

On peut appliquer à cette empreinte le nom de *Nymphæites nupharoides*, en attendant que la découverte probable d'organes plus complets permette d'en préciser l'attribution générique.

Les cicatrices pétiolaires m'ont paru très voisines de celles du *N. advena*, dont j'ai pu observer le rhizome; quant aux cicatrices radiculaires, dont la disposition reste incertaine, elles sont aussi extrêmement rapprochées, par leur forme et leur structure, de celles que l'on peut voir sur les espèces vivantes.

Je crois devoir rapporter au même type un fragment de radicule présentant tous les caractères de ceux des *Nuphar* actuels et recueilli par M. H. Thomas dans l'argile plastique de Tavers (Seine-et-Marne).

Jusqu'à ce jour on ne connaissait en France, comme *Nelumbium* fossiles, que les deux formes décrites par le M[is] de Saporta, l'une *N. provinciale* Sap. des lignites aturiens de Fuveau (Bouches-du-Rhône), et l'autre *N. protospeciosum* Sap. des calcaires marneux aquitaniens de Manosque (Basses-Alpes). La forme sparnacienne vient donc relier, dans le temps, les deux espèces précédemment citées.

Du genre *Nuphar* on ne connaît, dans la région parisienne, qu'un seul représentant fossile : *N. dubium* Bureau, découvert par Watelet dans le calcaire grossier supérieur de Jouy (Aisne) et qui s'éloigne notablement, d'ailleurs, de la forme sparnacienne que je signale ici.

La similitude qui paraît exister entre les deux Nymphéacées paléocènes et les formes qui vivent actuellement dans les régions subtropicales de l'Amérique boréale me semble confirmée par la présence, dans les mêmes sédiments, de rameaux de *Sequoia* et de troncs de *Taxodium distichum*, ainsi que par l'abondance, au même niveau, de débris de poissons rapportés aux genres *Amia* et *Lepidosteus*, actuellement confinés dans les eaux douces de la Californie, de la Floride et du nord du Mexique.

A l'époque où les deux Nymphéacées que je viens de signaler ornaient les eaux douces de la région parisienne, d'élégantes Fougères habitaient le bord de ces eaux; elles ont laissé les débris de leurs frondes dans les argiles noires du conglomérat de Meudon et dans celles du Montois.

La détermination de ces Fougères est rendue très difficile par l'état fragmentaire des restes qui nous en révèlent l'existence.

Il en est une cependant, que j'inscris sous le nom d'*Asplenium Issiacense*, dont les pinnules lancéolées, à bords découpés par des denticulations acérées, sont longuement atténuées à leur sommet, ce qui permet, en joignant à ces caractères ceux fournis par la nervation, qui est bien nette, de rapprocher cette forme de certaines Aspléniées vivantes de la section *Euasplenium*, parmi lesquelles je citerai : *A. serra* Langsd. et Fisch., *A. macrophyllum* Sw. et *A. nitens* Sw.

Enfin je signalerai encore la présence incontestable, dans l'argile plastique de Tavers (Seine-et-Marne) et dans celle de Neaufles-Saint-Martin (Eure), de Légumineuses représentées, soit par des folioles, soit par des légumes, en général de petite taille, indices de l'existence probable, en ces points, de stations beaucoup moins humides que celles où végétaient les espèces énumérées ci-dessus.

OCÉANOGRAPHIE. — *Étude d'un fond marin côtier provenant de la Manche.* Note de M. J. **Thoulet**.

L'échantillon a été recueilli par le capitaine Letalle, le 16 septembre 1907, à la profondeur de 25^m, lat. $= 50^\circ 43' 30''$ N, long. $= 2^\circ 13'$ W (Paris), dans le sud-est de New-Haven (Angleterre).

L'échantillon a été analysé mécaniquement avant et après attaque à l'acide étendu; le calcaire a été dosé, les minéraux inattaqués ont été passés à la liqueur d'iodures ($d = 2,8$), à l'électro-aimant gradué et examinés au microscope. Il doit être dénommé *sable fin médiocrement calcaire avec gravier fin de coquilles brisées*.

Sans donner ici les résultats de l'analyse détaillée, l'analyse sommaire peut être mise sous la forme :

Sable	quartzeux	72,5
	lourd	6,0
	léger attirable	2,6
Argile ferrugineuse		1,9
Calcaire		17,0
		100,0

Le sable lourd est composé de nodules de limonite pisolitique dont la majorité est d'un noir brillant, le reste de couleur rouge brique mate et jaune ocreux. On y reconnaît la présence de grains très rares et très petits de zircon et de corindon.

Le sable léger attirable à l'électro-aimant consiste en grains pisolitiques rouge brique, jaune ocreux et blanc sale ainsi qu'en glauconie.

Le sable léger non attirable est du quartz en grains arrondis, du feldspath (rare), du silex en fragments très rares et très petits.

L'argile est ferrugineuse.

Les nodules de limonite pisolitique sont identiques comme aspect aux nodules contenus dans les terrains jurassiques de Lorraine. La plupart sont mamelonnés, noirs et comme vernis; les autres sont rouge brique, rouge jaunâtre pâle et blanc sale; ces derniers sont souvent poreux. Traité microchimiquement par les acides chlorhydrique et azotique, les grains jaune pâle et les blancs font souvent effervescence; tous donnent la réaction du phosphore et laissent un résidu de silice gélatineuse.

Un minerai de fer d'Eulmont et un nodule ferrugineux de Malzéville près Nancy, réduits en fins fragments, offraient sous le microscope le même aspect de grains jaune brun rougeâtre translucides sur les bords et, soumis aux mêmes réactions, ils ont donné des résultats identiques, quant à la présence de la silice et du phosphore. Le minerai d'Eulmont contenait en outre de l'argile.

La formation de ces nodules marins s'expliquerait de la manière suivante :

Un débris organique tombé sur le fond apporte le phosphore, peut-être sous forme de phosphate de soude, qui, réagissant sur le carbonate de chaux dissous dans l'eau de mer, sert de noyau (Bleicher) à un nodule de phosphate et de carbonate de chaux; la silice dissoute dans l'eau ambiante remplace, en totalité ou partie, le carbonate de chaux et l'attraction moléculaire de l'oxyde de fer, extrêmement énergique, vient ensuite remplacer le calcaire et une partie de la silice. Ce fer est emprunté à l'argile ferrugineuse ambiante provenant de la décomposition des minéraux ferrugineux, soit sur les continents d'où elle est apportée à la mer par les fleuves, soit au sein même de la mer. Cette genèse en eau marine peu profonde pourrait s'appliquer aux gisements de fer lorrains. L'échantillon étudié est un minerai à 6 pour 100 d'oxyde de fer.

L'explication s'appliquerait encore aux nodules phosphatés qu'on trouve en mer profonde aux endroits où se produit un mélange brusque d'eaux chaudes et d'eaux froides comme à la rencontre d'un courant chaud et d'un courant froid, provoquant une forte mortalité d'êtres marins et l'accumulation de leurs restes sur le fond. Mais dans les vases de haute mer, le fer étant beaucoup moins abondant que sur les côtes, le calcaire, au contraire,

très abondant et le calme des eaux très grand, les nodules beaucoup plus gros sont constitués presque uniquement par du phosphate de chaux avec une proportion variable de silice, d'oxydes de fer, de manganèse et de carbonate de chaux.

L'absence de grains de silex mérite d'attirer l'attention, étant donnée la richesse en silex des côtes crétacées environnantes; elle s'explique par la violence des courants de marées et autres régnant dans ces parages. Les gros grains sont enlevés et les rares petits grains conservés sont ceux qui par suite de circonstances favorables sont tombés sur le fond au milieu de la masse des grains quartzeux plus gros qui les ont protégés contre l'enlèvement. C'est en aval des courants, sur les plages de Belgique, de Hollande, d'Allemagne et de Danemark qu'il faut chercher les silex crétacés de France et d'Angleterre. On voit ainsi que des débris minéraux caractéristiques permettent de remonter vers leur localité d'origine mais peuvent ne pas se trouver à l'endroit même d'où ils proviennent.

M. **Miecislas Wolfke** adresse une Note *Sur la propagation de l'énergie dans les milieux isotropes*.

(Renvoi à l'examen de M. Boussinesq.)

M. **Pierre Bonnier** adresse une Note intitulée : *Un nouveau type de dirigeable*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 5 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 DÉCEMBRE 1907.

Les grandes Institutions de France. *L'Institut de France*, par GASTON BOISSIER, GASTON DARBOUX, GEORGES PERROT, GEORGES PICOT, HENRY ROUJON, Secrétaires perpétuels; ALFRED FRANKLIN, Administrateur honoraire de la Bibliothèque Mazarine; Ouvrage illustré de 189 gravures. Paris, Renouard, H. Laurens, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. G. Darboux.)

Internationale Assoziation der Akademien, 29 Mai bis 2 Juni 1907. Dritte Generalversammlung in Wien vom 29 Mai bis 2 Juni 1907, unter dem Vorsitze der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bericht über die Verhandlungen. Vienne, 1907; 1 fasc. in-4°.

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. Décades zoologiques : Oiseaux, n° 8. Hanoï, 1907; 1 fasc. in-4°. (Exemplaire n° 128.)

Expédition arctique française, organisée sous le haut patronage de S. A. S. le Prince de Monaco, de MM. les Ministres de la Marine, de l'Instruction publique, du Commerce et de l'Industrie, par la Société d'Océanographie du golfe de Gascogne, avec le concours de la Ligue maritime française, 1908. Paris, imp. E. de Ceuninck, 1908; 1 fasc. in-4°.

The Ziegler Polar Expedition 1903-1905. *Scientific results*, obtained under the direction of WILLIAM-J. PETERS; edited by JOHN-A. FLEMING; pub. under the auspices of the National geographic Society by the estate of WILLIAM ZIEGLER. Washington, 1907; 1 vol. in-4°.

Notice sur les Travaux scientifiques de M. B. Baillaud. Toulouse, Édouard Privat, 1907; 1 fasc. in-4°.

Adolf von Baeyer's gesammelte Werke, herausgegeben zur Feier des siebzigsten Geburtstages des Autors von seinen Schulern und Freunden, mit eingedrukten Abbildungen. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1905; 2 vol. in-8°.

Théorie des groupes finis. Éléments de la théorie des groupes abstraits, par J.-A. DE SÉGUIER. Paris, Gauthier-Villars, 1904. (Hommage de l'auteur.)

Production et utilisation des gaz pauvres, par L. MARCHIS, préface de M. MAURICE LEVY, Membre de l'Institut. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1908. (Hommage de M. Maurice Levy.)

Le principe de la conservation de l'assise et ses applications, suivi de deux Notes, par GEORGES MATISSE. Paris, A. Hermann, 1907; 1 vol. in-8°.

Exercices pratiques de Chimie, par A. MERMET. Matériel simplifié. 1er Volume: Classes de seconde C et D. Paris, Félix Juven; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Troost.)

La Science séismologique, les tremblements de terre, par le Comte DE MONTESSUS DE BALLORE, avec une Préface par M. ED. SUESS, Associé étranger de l'Institut; 22 figures et cartes dans le texte et hors texte. Paris, Armand Colin, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent, pour le Concours du prix Wilde de 1908.)

Traité de Géologie, par ÉMILE HAUG; I : *Les phénomènes géologiques ;* 195 figures et cartes et 71 planches de reproductions photographiques. Paris, Armand Colin, 1907 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie (*Karpates méridionales*), par E. DE MARTONNE. Paris, Ch. Delagrave, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La Faune momifiée de l'ancienne Égypte, et Recherches anthropologiques, par le Dr LORTET, Correspondant de l'Institut, et M.-C. GAILLARD ; 3e série. (Extr. des *Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon.*) Lyon, Henri Georg, 1907 ; 1 fasc. in-4°. (Hommage des auteurs.)

ERRATA.

(Séance du 21 octobre 1907.)

Note de M. *Z. Tchougaeff*, Sur une méthode sensible pour la recherche du nickel en présence du cobalt :

Page 680, ligne 14 en remontant, *au lieu de* précipité nettement noirâtre, *lisez* précipité nettement rosâtre.

(Séance du 18 novembre 1907.)

La dépêche de M. *Landerer*, page 839, doit être lue ainsi :

Observé Mercure temps superbe. Disque rond plus noir que noyaux. Taches. Sans auréole.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 DÉCEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie, au nom de M. Gustav Retzius, Correspondant de l'Académie, Membre de l'Académie royale des Sciences de Stockholm, une reproduction photographique d'un portrait de *Descartes*.

Ce portrait, récemment découvert à l'Observatoire astronomique de Stockholm, est la copie, par un peintre inconnu, d'un original de David Beck, élève de Van Dyck. M. G. Retzius indique en quoi il diffère du célèbre portrait dû à Frans Hals.

Des remercîments seront adressés à l'Académie de Stockholm et à M. Gustav Retzius.

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action de l'acide nitreux sur l'allylamine.* Note de M. **Louis Henry**.

Il m'a paru intéressant de connaître comment se comporterait l'allylamine $H^2C = CH - CH^2(NH^2)$ avec les réactifs nitreux. Je ne pense pas que jusqu'ici on ait soumis une amine non saturée à cette action.

Si, au moment de la formation de l'alcool allylique

$$H^2C = CH - CH^2(OH),$$

il se produisait une isomérisation du genre de celle qui, dans les mêmes conditions, transforme partiellement l'alcool propylique

$$H^3C - CH^2 - CH^2(OH)$$

en alcool isopropylique $H^3C - CH(OH) - CH^3$, il se formerait, aux dépens

de l'assemblage $= HC - CH^2(OH)$, le système hydroxylé non saturé

$$= C(OH) - CH^3$$

et, vu l'instabilité des alcools non saturés proprement dits, la molécule totale $CH^2 = C(OH) - CH^3$ se transformerait en acétone

$$H^3C - CO - CH^3.$$

L'expérience n'a pas confirmé cette prévision théorique.

17g d'allylamine, c'est-à-dire $\frac{3}{10}$ de molécule, ont été consacrés à réaliser cette réaction. A leur solution aqueuse, neutralisée par HCl, jusqu'à réaction acide au méthylorange, on a ajouté, par portions successives, 25g de nitrite sodique. Le dégagement gazeux est immédiat et se continue assez vivement. Après 1 heure, le liquide a été distillé et on l'a recueilli tant que le carbonate bipotassique solide en séparait une couche surnageante. On a recueilli ainsi, après dessiccation, 10g d'alcool allylique. La distillation de celui-ci, commençant vers 90°, vu qu'il était encore humide, était terminée à 96°. Il n'est pas de produit plus aisément reconnaissable. Théoriquement, on aurait dû en obtenir 17g.

On n'a pas constaté dans ce liquide la présence de l'acétone

$$H^3C - CO - CH^3,$$

si aisément reconnaissable aussi.

Il résulte de là que l'allylamine $H^2C = CH - CH^2(NH^2)$ se comporte, vis-à-vis de l'acide nitreux, autrement que la propylamine

$$H^3C - CH^2 - CH^2(NH^2),$$

c'est-à-dire normalement, déterminant la production de l'alcool qui lui correspond, *exclusivement*.

Pour donner à ce fait toute sa valeur, je rappellerai que, selon les constatations d'un chimiste russe, N. Kishner, la triméthylène-amine

$$\begin{matrix} H^2C \\ | \\ H^2C \end{matrix} \!\! > CH(NH^2),$$

l'isomère de l'allylamine, fournit, dans les mêmes circonstances, non pas son alcool $\begin{matrix} H^2C \\ | \\ H^2C \end{matrix} \!\! > CH(OH)$, l'alcool iso-allylique, mais l'alcool allylique lui-même, $H^2C = CH - CH^2(OH)$ (1).

(1) *Centralblatt*, etc., t. I, 1905, p. 1703.

En s'ajoutant au brome, le chlorhydrate de l'allylamine forme un beau corps cristallin qui est le chlorhydrate de la propylamine bibromée [1] $CH^2Br - CHBr - CH^2(NH^2)$, HCl. La réaction du nitrite sodique sur ce sel paraît beaucoup plus compliquée que sur le sel de l'allylamine elle-même.

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire intitulé : Étude sur les mouvements d'eau qui peuvent se produire au contact et au voisinage d'une paroi plane verticale, par MM. Fortant et Le Besnerais, ingénieurs de la Marine ; par M. **Bertin**.

MM. Fortant et Le Besnerais se sont proposé, dans leur Mémoire, de reprendre l'étude des mouvements de clapotis déjà connus, en poussant l'approximation plus loin qu'il n'a été fait jusqu'ici, et en outre de rechercher par le calcul les lois des mouvements plus complexes qui résultent de l'entrecroisement oblique de deux houles et dont j'ai simplement indiqué l'existence, en leur appliquant le nom de *vagues pyramidales*, par opposition aux vagues cylindriques.

Ainsi leur travail se trouve embrasser la totalité des mouvements ondulatoires résultant du choc d'une houle pure contre un quai vertical, soit que la rencontre se produise normalement (cas du clapotis pur), soit qu'elle ait lieu obliquement (formation d'un gaufrage).

Les auteurs se sont appliqués, dans chacun de ces cas, à déterminer la forme des couches liquides et celle des trajectoires des molécules, ainsi que la valeur de la pression en chaque point. Ils ont apporté un soin particulier à la détermination des pressions, parce que l'origine même de leur étude a été la recherche des efforts auxquels sont soumis certains travaux d'art, les portes des écluses et des formes de radoub, lorsque la houle vient à les heurter.

Pour mener à bien leur étude, MM. Fortant et Le Besnerais ont, dans le mouvement du liquide supposé tout d'abord continu, considéré les coordonnées de chaque molécule mobile comme étant des fonctions de celles d'une molécule dite *conjuguée*, appartenant à un liquide immobile également continu. La molécule conjuguée occupe précisément la position que la mo-

---

(1) Louis Henry, *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, t. IV, 1880, p. 317.

lécule mobile prendrait, si le mouvement du liquide venait à s'éteindre graduellement. L'avantage offert par cette conjugaison de molécules est de donner, aux équations différentielles générales de continuité et d'équilibre hydrodynamique, une forme qui se prête assez aisément à un mode d'intégration par approximations successives. C'est dans cette méthode de calcul que réside la principale originalité du travail, au point de vue analytique.

La nécessité, ainsi acceptée, de recourir à une méthode d'approximations successives a sans doute l'inconvénient de conduire, pour exprimer les lois du mouvement et la valeur de la pression, à des séries de Fourier, dont il n'est pas toujours facile de déterminer la convergence. Mais il ne semble pas possible de procéder autrement, pour les mouvements très complexes dont il s'agit; rien d'ailleurs ne permet de prévoir, bien au contraire, que ces mouvements seraient susceptibles, comme la houle pure en profondeur infinie, de se représenter par des équations simples à nombre limité de termes.

J'énumérerai rapidement les principaux résultats obtenus, parmi lesquels beaucoup sont nouveaux :

1° *Cas du clapotis pur en profondeur infinie.* — En s'en tenant aux termes principaux, ou du premier ordre, MM. Fortant et Le Besnerais obtiennent les équations bien connues du *clapotis simple,* le seul dont je me sois occupé jadis; la condition de constance de la pression à la surface supérieure est seule exactement satisfaite; les couches horizontales ont, comme on sait, la forme de trochoïdes; les trajectoires des molécules sont rectilignes.

En tenant compte des termes du deuxième ordre, les équations deviennent celles du *clapotis à volume constant,* qui ont été données par M. Boussinesq, et qui se retrouvent dans les travaux de M. de Saint-Venant et de M. Flamant; les couches horizontales sont encore profilées suivant des trochoïdes, mais les trajectoires prennent la forme d'arcs de paraboles; on voit apparaître une correction sur la valeur de la pression aux grandes profondeurs.

L'approximation a été poussée plus loin en tenant compte des termes du troisième, puis du quatrième ordre, ce qui a conduit à des équations compliquées, qui se rapprochent de plus en plus de celles du mouvement réel; à ces degrés d'approximation, les valeurs calculées pour l'effort contre un quai peuvent être acceptées en toute confiance; on reconnaît d'ailleurs que le recours aux termes du quatrième et même du troisième ordre n'a d'utilité, pour la détermination des pressions, que si la houle génératrice du clapotis présente une forte inclinaison. La forme des couches cesse d'être trochoïdale. Un résultat intéressant et très inattendu, relatif au *clapotis pur,*

c'est-à-dire au mouvement déterminé en tenant compte des termes d'un ordre supérieur au second, porte sur la valeur de sa période qui est un peu supérieure à celle de houle génératrice; la superposition des deux houles de sens contraire imprime donc un léger ralentissement au mouvement ondulatoire des molécules. J'insiste un peu sur le mot *léger*, parce que dans les expériences répétées de clapotis factices que nous avons exécutées, M. de Caligny et moi, il y a une trentaine d'années, les conséquences complexes de ce ralentissement n'ont pas été observées; les crêtes, si j'ai bonne mémoire, paraissaient s'élever et s'abaisser simultanément dans toute la longueur du canal d'essais, qui pouvait contenir environ vingt vagues.

2° *Cas du clapotis pur en profondeur limitée.* — MM. Fortant et Le Besnerais s'en sont tenus aux termes du second ordre, c'est-à-dire au degré d'approximation du clapotis à volume constant dont les lois sont connues.

3° *Cas des mouvements de gaufrage.* — Ces mouvements, dont l'étude analytique est entièrement nouvelle, résultent, soit de la réflexion d'une houle contre un quai frappé obliquement, soit, au large, de la superposition de deux houles égales se propageant dans des directions obliques l'une sur l'autre. Dans ce cas, les sommets sont isolés et comme pyramidaux, au lieu de former les crêtes continues, et les creux forment des bassins fermés sur tout leur pourtour au lieu de canaux rectilignes. La propagation se fait suivant la bissectrice des propagations des deux houles. Les lois du mouvement ont été établies et les pressions calculées, en considérant seulement les termes du premier et du deuxième ordre et en s'en tenant à l'hypothèse de la profondeur infinie.

Dans ces conditions, l'agitation totale se présente comme la combinaison du mouvement principal des couches régulièrement gaufrées, à sommets isolés, et de dénivellations secondaires à crêtes rectilignes et continues; l'une de ces agitations produit une sorte de clapotis à profil fixe, dont les génératrices immobiles sont parallèles à la propagation des gaufrages, c'est-à-dire à la bissectrice de la propagation des deux houles obliques; le second est une sorte de houle résiduaire dont les génératrices sont perpendiculaires à celles des ondulations fixes qui précèdent. Le premier de ces deux mouvements n'est pas plus une houle qu'un clapotis; le second diffère de la houle en ce qu'il n'obéit pas à la loi pendulaire de la houle proprement dite. Les sommets du gaufrage se propagent exactement suivant la ligne de crête des ondulations fixes, et ses creux suivent de même le fond des canaux de ces ondulations.

4° *Mouvements variés.* — MM. Fortant et Le Besnerais ont montré la généralité de leur méthode de calcul, en étudiant, d'après les termes du

premier ordre seulement de leurs équations, quelques mouvements très complexes résultant de la combinaison de deux ou de plusieurs houles de hauteurs quelconques. Ils ont, en particulier, déduit de leurs formules les équations relatives aux vagues de hauteur et de vitesse variables, que j'ai autrefois étudiées à titre de mouvement intermédiaire entre la houle et le clapotis.

Le Mémoire se termine par quelques considérations relatives au déferlement, à l'action du vent sur les agitations ondulatoires de la mer du large, et aussi aux règles à suivre pour le calcul des pressions sur les ouvrages d'art.

Des figures nombreuses et très soignées complètent le Mémoire et permettent de se rendre compte des résultats obtenus, plus facilement que par la lecture des équations, spécialement en ce qui concerne les causes du déferlement et la forme des couches horizontales, lorsqu'elles cessent d'être trochoïdales pour prendre les profils plus complexes auxquels les auteurs ont appliqué le nom de *clapotoïdes*.

En résumé, MM. Fortant et Le Besnerais ont ajouté un sérieux complément aux connaissances déjà acquises sur l'agitation si complexe de l'Océan. Leur Mémoire intéresse la navigation en général, non moins que la construction des travaux des ports, dont ils se préoccupaient surtout quand ils se sont mis à l'œuvre; il mérite, à ce titre, d'être signalé à l'Académie.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui sera présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour le poste de Directeur de l'Observatoire de Paris, vacant par le décès de M. *M. Lœwy*.

Le choix du candidat de première ligne donne lieu à deux tours de scrutin. Au premier tour, le nombre des votants étant 62,

M. Baillaud	obtient	31 suffrages
M. Bigourdan	»	29 »
M. Bassot	»	2 »

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 62,

M. Bigourdan	obtient	32 suffrages
M. Baillaud	»	30 »

Pour le choix du candidat de seconde ligne, au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Baillaud obtient . . . . 43 suffrages
M. Bassot » . . . . 7 »

Il y a 1 bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . M. **Bigourdan**
En seconde ligne. . . . . M. **Baillaud**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Chimie organique, vacante au Collège de France par le décès de M. *M. Berthelot*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 63,

M. Jungfleisch obtient. . . . . 37 suffrages
M. Bouveault » . . . . 26 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre des votants étant 61,

M. Bouveault obtient. . . . . 57 suffrages
M. Jungfleisch » . . . . 1 »
M. Bigourdan » . . . . 1 »
M. Matignon » . . . . 1 »

Il y a 1 bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Jungfleisch**
En seconde ligne . . . . M. **Bouveault**

MÉMOIRES LUS.

Le colonel **Jacob** explique à l'Académie le fonctionnement de l'appareil dont il a exposé le principe dans une Communication faite à la séance du 19 avril 1907, et qui permet l'intégration numérique de l'équation de Riccati et, par suite, des équations linéaires du deuxième ordre avec ou sans second membre.

Il montre comment on peut l'appliquer à l'équation de Bessel d'ordre zéro et, en particulier, à la détermination de la fonction I_0, comment on peut déterminer directement les zéros et les minimum et maximum de la fonction, et présente les résultats des calculs numériques comparés à ceux des Tables existantes.

La différence porte sur le troisième chiffre décimal.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Cours d'Électricité*, par M. H. Pellat. Tome III : *Électrolyse. Électrocapillarité. Ions et électrons.* (Présenté par M. Lippmann.)

2° *Mutations et traumatismes*, par M. L. Blaringhem. (Présenté par M. Bonnier.)

ASTRONOMIE. — *Observations des phénomènes de l'anneau de Saturne, faites à l'équatorial coudé* ($0^m,32$) *de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **J. Guillaume.**

Je donne ici un résumé de mes observations relatives aux disparitions et réapparitions de l'anneau de Saturne qui viennent d'avoir lieu.

Voici d'abord, d'après la *Connaissance des Temps*, les dates, les conditions de visibilité des phénomènes, leur nature et leur cause due au passage du plan de l'anneau soit par la Terre (♁) ou par le centre du Soleil (☉) :

Dates.	Æ ♄ — ☉.	δ ☉.	δ ♄.	Anneau.	Cause.
1907. Avril 12	$1^h,8$	$+8°$	$-5°$	invisible	♁
» Juillet 24	8,9	+20	−3	visible	☉
» Octobre 4	11,0	−4	−5	invisible	♁

Par suite du voisinage du Soleil, le premier phénomène se présentait dans de mauvaises conditions pour l'observation, mais pour les deux suivants la planète était très bien située.

A la réapparition de juillet, l'état du ciel ne m'a pas permis d'approcher de très près le phénomène, mais la disparition d'octobre a pu être, au contraire, suivie d'une façon satisfaisante. Les moments d'observation les plus proches sont les suivants :

Dates 1907.	Temps moyen de Paris.	Élévation au-dessus du plan de l'anneau (d'après la *C. d. T.*). ♁	☉	Anneau.
	h m	° ′	° ′	
22 juillet..	15.33	— 2.15,7	+ 0.2,0	invisible
27 » ..	13.42	— 2.11,0	— 0.2,5	visible
2 octobre.	7. 5	— 0. 3,9	— 1.2,0	visible
3 » .	6.20	— 0. 1,9	— 1.2,9	invisible

Les remarques principales faites à ces dates sont les suivantes :

22 juillet, de $15^h 7^m$ à $15^h 33^m$ t. m. Paris. Définition = 4 (5 = très bonne), grossissement 610. L'anneau est tout à fait invisible. La largeur de son ombre sur le globe est un peu moindre que celle d'un fil du micromètre, soit d'environ 0″,4.

27 juillet, de $13^h 42^m$ à $14^h 7^m$ t. m. Paris. Définition = 3; grossissements 70, 365, 610. L'anneau est visible; il a l'apparence d'une ligne lumineuse très étroite, si faible qu'elle paraît nébuleuse, et qui disparaît quand l'image est trop agitée. J'ai l'impression, le plus souvent, que les anses sont détachées et finissent en pointe vers le globe. Sur le globe l'hémisphère boréal est un peu plus clair que l'autre; la zone blanche équatoriale, bien visible, est coupée par l'ombre de l'anneau qui me paraît plus étroite que le 22.

2 octobre, de $6^h 40^m$ à $7^h 5^m$ t. m. Paris. Définition = 1. A l'équatorial Brunner (0^m,16), grossissements 100 et 240, je ne vois plus l'anneau. Au coudé, grossissement 70, quoique la définition soit plus mauvaise à cet instrument qu'au premier, les deux anses se voient toujours assez facilement, mais sensiblement moins bien que le 1er octobre; je ne distingue aucun détail sur le globe. J'estime la luminosité de l'anneau intermédiaire entre celles des 28 et 31 juillet.

3 octobre, de $6^h 20^m$ à $7^h 5^m$ t. m. Paris, puis de $12^h 15^m$ à $13^h 0^m$. Définition = 4 par moments; grossissements 70, 365, 435 et 610. Les anses formées par l'anneau ont complètement disparu. Je distingue très nettement, sur le globe, une ligne noire étroite (ombre de l'anneau) qui coupe la zone blanche équatoriale; l'hémisphère austral est toujours un peu plus sombre que l'autre, surtout au voisinage de la zone équatoriale, et je remarque en outre, à la seconde séance d'observation, une calotte claire au pôle boréal.

En résumé et de l'ensemble des remarques dont le détail ne peut trouver

place ici, les apparences, après la réapparition et avant la disparition qui a suivi, ont été très dissemblables : dans le premier cas l'anneau était peu éclairé et il a eu pendant plusieurs jours une apparence *nébuleuse* dont la teinte roussâtre, comparable à celle que la Lune présente dans ses éclipses, a persisté assez longtemps; puis il a paru *granuleux*, et l'impression était que parmi ces granules il y en avait de plus éclairés que les autres. Ensuite, l'élévation relative du Soleil augmentant, il est devenu peu à peu aussi clair que le globe.

Après avoir augmenté, la largeur du petit axe de l'anneau a diminué progressivement, en raison du déplacement de la Terre par rapport à son plan; mais les apparences n'ont pas repassé par les mêmes phases que précédemment, et à tel point que, la veille de sa disparition, je pensais voir l'anneau encore un et peut-être deux jours plus tard.

Les anses ont été notées parfois de luminosité inégale : l'occidentale était alors plus apparente que l'autre.

Sur le globe, l'hémisphère austral s'est toujours montré plus sombre que l'autre, où il s'est produit en outre des changements assez rapides; mais ce qui a été le plus apparent, ce fut la zone blanche équatoriale sur laquelle se détachaient parfois l'anneau, en gris brun, et surtout son ombre, très noire, dont la largeur allait progressivement en diminuant.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la transformation de Laplace et les systèmes conjugués persistants.* Note de **M. D.-Th. Egoroff.**

Considérons une surface Σ et soient $u=$ const. et $v=$ const. deux familles de lignes formant un système conjugué sur cette surface. Considérons la congruence formée par les tangentes aux courbes $u=$ const. et la surface Σ_1 qui est la seconde nappe de la surface focale de cette congruence. Il est bien connu ([1]) que l'équation de Laplace

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = a\frac{\partial\theta}{\partial u} + b\frac{\partial\theta}{\partial v} + c\theta, \tag{1}$$

à laquelle satisfont les coordonnées des points de la surface Σ_1, s'obtient par une transformation de Laplace de l'équation analogue relative à la surface Σ. Il en est de même des équations tangentielles relatives aux systèmes conjugués sur les deux surfaces Σ_1 et Σ.

([1]) Voir Darboux, *Théorie des surfaces*, t. II, Chap. I, II, VII.

Admettons que les lignes $v =$ const. sur la surface Σ soient des courbes *coniques* (d'après K.-M. Peterson), c'est-à-dire des courbes de contact d'une famille de cônes circonscrits à Σ. La surface Σ_1 se réduit évidemment à une ligne et l'équation ponctuelle relative au système conjugué sur la surface Σ est caractérisée par cette propriété qu'un de ses invariants est nul ([1]).

Admettons maintenant que les lignes $u =$ const. sur la surface Σ soient planes. La surface Σ_1 se réduit évidemment à la développable enveloppée par les plans des lignes $u =$ const. de la surface Σ, et la famille $u =$ const. sur la développable Σ_1 est composée de ses génératrices rectilignes. Il s'ensuit que l'application à la surface Σ_1 de la construction précédemment définie conduit à une ligne — l'arête de rebroussement de la développable — la congruence des tangentes se réduisant au système des génératrices, et, par conséquent, l'équation ponctuelle relative au système conjugué sur la surface Σ est caractérisée par cette propriété qu'en lui appliquant une fois la transformation de Laplace on est conduit à une équation dont l'un des invariants est nul.

La relation entre les deux surfaces Σ et Σ_1 étant dualistique, on peut énoncer ces deux propositions :

1° *Si l'une des deux familles d'un système conjugué est composée de lignes planes, l'un des invariants de l'équation tangentielle relative à ce système conjugué est nul.*

2° *Si l'une des deux familles d'un système conjugué est composée de lignes* coniques, *l'équation tangentielle relative à ce système peut être transformée, à l'aide d'une transformation de Laplace, en une équation dont l'un des invariants est nul.*

Ces deux propositions conduisent rapidement à la solution du problème suivant :

Déterminer toutes les surfaces qui peuvent être déformées d'une manière continue avec conservation d'un système conjugué, l'une des familles de ce système étant composée de courbes planes ou coniques.

Le système conjugué considéré étant persistant, l'équation tangentielle respective doit être une équation à *invariants égaux*, et, par conséquent, par un choix convenable des variables u, v et des coordonnées tangen-

(1) Voir Darboux, *Théorie des surfaces*, t. II, Chap. I, II, VII.

tielles θ_i, on peut lui donner l'une de ces deux formes [1]

$$(2)\qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}=0,\qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}=\frac{2}{(u+v)^2}\theta.$$

La résolution du problème posé dépend de la détermination de trois solutions θ_1, θ_2, θ_3 vérifiant une relation de la forme

$$(3)\qquad \theta_1^2+\theta_2^2+\theta_3^2=\varphi(u)+\psi(v).$$

Pour la première des équations (2), on est conduit aux résultats bien connus; le système conjugué étant composé de *deux familles* de courbes planes et *coniques* à la fois.

Pour la deuxième des équations (2), j'avais donné antérieurement [2] la solution générale

$$(4)\qquad \theta_1=2\frac{U}{u+v}-U',\qquad \theta_2=2\frac{U_1}{u+v}-U_1',\qquad \theta_3=2\frac{V}{u+v}-V',$$

U, U_1, V étant des fonctions de u et de v respectivement vérifiant les relations

$$(5)\qquad \begin{cases} U^2+U_1^2=a_0u^3+a_1u^2+a_2u+a_3,\\ V^2=a_0v^3-a_1v^2+a_2v-a_3.\end{cases}$$

La surface Σ étant l'enveloppe du plan

$$(6)\qquad \theta_1x+\theta_2y+\theta_3z+\theta_4=0,$$

il reste à choisir θ_4 de manière que les lignes $u=$ const. soient des lignes *coniques*. Il est aisé de voir qu'il suffit de poser

$$(7)\qquad \theta_4=2\frac{U_2}{u+v}-U_2',$$

U_2 étant une fonction arbitraire de u. Les sommets des cônes sont situés dans le plan $z=0$, et tous ces cônes sont *algébriques* de même que les lignes $u=$ const., puisque les θ_i sont des fonctions algébriques de v. La surface Σ devient elle-même algébrique si les fonctions U, U_1, U_2 sont des fonctions algébriques. Il est aisé de voir que la déformation continue des surfaces considérées, avec conservation du système conjugué, conduit aux surfaces de même espèce. En effet, l'un des invariants de l'équation ponctuelle

---

[1] Voir Darboux, *Théorie des surfaces*, t. II, Chap. I, II, VII.

[2] *Comptes rendus*, 24 juin 1901.

s'annule évidemment, les lignes $u = \text{const.}$ étant *coniques;* d'ailleurs, les coefficients de l'équation ponctuelle ne dépendant que de l'élément linéaire de la surface, ce même invariant est nul pour toutes les surfaces que l'on obtient en déformant la surface donnée; donc, les lignes $u = \text{const.}$ sont des lignes *coniques* sur toutes ces surfaces.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des matrices.* Note de M. DE SÉGUIER, présentée par M. Jordan.

1. Plusieurs des résultats acquis depuis quelques années dans la théorie des matrices peuvent s'obtenir d'une façon à la fois plus naturelle et plus complète en partant de la forme canonique de M. Jordan.

Soient α une matrice ou substitution (dont le déterminant peut être nul) prise sous forme canonique; s_0, s_1, ... les racines distinctes de $|\alpha - s\varepsilon|$, ε étant la matrice unité de l'ordre n de α; α_{jk} l'action de α sur les variables $y_{j1}, y_{j2}, \ldots$ de la $j^{\text{ième}}$ suite relative à s_k; $\varphi(x)$ un polynome. On aura, en posant $\frac{\varphi^{(i)}(s_k)}{1\ldots i} = \varphi_{ki}$,

$$\varphi(\alpha_{jk}) = \begin{vmatrix} y_{j1} & \varphi_{k0}y_{j1} \\ y_{j2} & \varphi_{k1}y_{j1} + \varphi_{k0}y_{j2} \\ \ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots \\ y_{jr} & \varphi_{k,r-1}y_{j1} + \ldots + \varphi_{k,r-i}y_{ji} + \ldots + \varphi_{k0}y_{jr} \end{vmatrix}.$$

On en déduit immédiatement l'équation $\psi(x) = 0$ de degré minimum que vérifie α et, très simplement aussi, les diverses propositions obtenues en 1901 par M. Bromwich (*Proceedings of the Cambridge Phil. Soc.*, t. XI, p. 75).

α, α', α'', ... *étant des matrices d'ordre n permutables deux à deux*, α étant prise sous forme canonique, la considération de $|\alpha + \alpha' - s\varepsilon|$ et de $|\alpha^{\pm 1}\alpha' - s\varepsilon|$ montre facilement que l'*on peut établir entre les racines* ρ_1, ρ_2, ... *de* $|\alpha - s\varepsilon|$, *celles* ρ'_1, ρ'_2, ... *de* $|\alpha' - s\varepsilon|$, ... *une correspondance telle que, si, par exemple,* ρ_i, ρ'_i, ρ''_i, ... *se correspondent, les racines de*

$$|f(\alpha, \alpha', \ldots) - s\varepsilon|,$$

f étant une fonction rationnelle, soient $f(\rho_i, \rho'_i, \ldots)$, *et la correspondance est indépendante de la forme de f.* La proposition a été établie autrement par M. Frobenius, puis par M. Schur, pour le cas où f est un polynome (*S. A. B.*, 1896, p. 601; 1902, p. 120).

On en déduit que *le premier diviseur élémentaire* de $f(\alpha, \alpha', \ldots) - s\varepsilon$ *relatif à la base* $s - f(\rho_i, \rho'_i, \ldots)$ *a un exposant* $\mu_{f(\rho_i, \rho'_i, \ldots)}$ *au plus égal à* $\mu_{x\rho_i + x'\rho'_i + \ldots}$, *les x restant arbitraires*. Le théorème a été établi autrement par M. Schur pour le cas où f est un polynome (*S. A. B.*, 1902, p. 122).

2. *Soient* $\alpha = \alpha_0 t + \alpha_1 s$ *un faisceau de matrices symétriques réelles ou de matrices hermitiennes; u et v deux matrices constantes telles que* $u\alpha v$ *soit une somme de matrices élémentaires* $\varphi_1, \ldots, \varphi_\nu$ *de la forme*

$$\varphi = \begin{vmatrix} t & 0 & 0 & \ldots & 0 & 0 & 0 \\ s & t & 0 & \ldots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s & t & \ldots & 0 & 0 & 0 \\ \ldots & & & \ldots & & & \ldots \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & t & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & s & t & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 & s & 0 \end{vmatrix},$$

des matrices $\bar{\varphi}_1, \ldots, \bar{\varphi}_\nu$ ($\bar{x}$ *étant la transposée de* x) *et d'une matrice* α' *inversible.* $(as - bt)^\mu$ *désignant en général un diviseur élémentaire de* α', *supposons que* m'' *parcoure les valeurs de* μ *répondant aux cas où* $b : a$ *est fini et imaginaire,* m' *celles répondant aux cas où* $b : a$ *est réel et* $\neq 0$ (*fini ou non*), m^0 *celles répondant au cas où* $b : a$ *est nul, et que q parcoure les ordres des* φ_i. *L'inégalité obtenue par M. Lœwy* (*Cr.*, t. 122) *pour la caractéristique c de* α_0 *peut se généraliser sous la forme*

$$c \geqq \frac{1}{2}\Sigma m'' + \Sigma\,\mathrm{E}\left(\frac{m'}{2}\right) + \Sigma\,\mathrm{E}\left(\frac{m^0 - 1}{2}\right) + \Sigma(q-1)$$

[$\mathrm{E}(x)$ *étant le plus grand entier* $\leqq x$]. On la démontre d'abord pour le cas où α est symétrique réelle, puis pour le cas où α est hermitienne, en observant que, *si* α *et* β *sont deux matrices hermitiennes telles que* $\beta = \xi\alpha\eta$, *il existe une matrice* w *indépendante de* α, β *telle que* $\beta = \dot{w}\alpha w$, $\dot{w}$ *étant la matrice conjuguée de* w.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations infinitésimales et les fonctions adjointes.* Note de M. N. SALTYKOW, présentée par M. P. Appell.

M. C. Popovici vient de publier sa Note : *Sur les fonctions adjointes de M. Buhl* (*Comptes rendus,* 4 novembre 1907). Qu'il me soit permis de présenter à l'Académie, sur ce rapport, les considérations suivantes.

Comme la *forme aux dérivées partielles* de M. Buhl représente une transformation infinitésimale des équations différentielles ordinaires du premier ordre [1], il est donc le plus avantageux de traiter la question au point de vue de la théorie des transformations infinitésimales. La formule obtenue par M. C. Popovici devient alors évidente et on la retrouve maintes fois dans ladite théorie [2]. Le point délicat de cette dernière, c'est de faire voir que la formule citée contient toutes les transformations infinitésimales possibles. Or, les équations différentielles des fonctions adjointes, celles de M. Buhl comme celles de M. C. Popovici, appartiennent au même type d'équations de Jacobi. J'ai étudié en détail leurs intégrales en 1897 [3]. Mon second Mémoire [4], datant de la même époque, traite du calcul des transformations infinitésimales, et il en résulte immédiatement la démonstration requise.

Pour fixer les idées, prenons le système d'équations différentielles sous la forme

$$(\text{I}) \qquad dx = \frac{dx_1}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \ldots = \frac{dx_n}{X_n}.$$

On est alors à l'abri de l'objection de M. C. Popovici concernant le cas particulier du système (I) privé de son premier terme. Mais il résulte du résumé de la théorie des transformations infinitésimales, donné par M. C. Jordan [5], que cette dernière gagne plus de simplicité, sans diminuer sa généralité, si l'on met les équations étudiées sous la forme (I). Posons donc

$$X(f) \equiv \frac{\partial f}{\partial x} + \sum_{i=1}^{n} X_i \frac{\partial f}{\partial x_i}, \qquad Y(f) \equiv \sum_{i=1}^{n} Y_i \frac{\partial f}{\partial x_i},$$

$Y(f)$ représentant la forme canonique des transformations infinitésimales, les coefficients Y_i vérifiant les équations

$$(\text{II}) \qquad X(Y_i) = Y(X_i) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

---

(1) Voir mon Mémoire : *Étude sur les transformations infinitésimales* (*Journal de Jordan*, 1905, p. 53).

(2) S. Lie, *Mathematische Annalen*, Bd. XI, p. 499. — C. Jordan, *Cours d'Analyse*, t. III, 1887, p. 83.

(3) *Étude sur les intégrales d'un système d'équations différentielles aux dérivées partielles de plusieurs fonctions inconnues* (*Journal de Jordan*, 1897, p. 423).

(4) *Sur les transformations infinitésimales des équations différentielles* (*Journal de Jordan*, 1897, p. 429).

(5) *Cours d'Analyse*, t. III, 1887, p. 81-87.

Le système des équations différentielles ordinaires qui leur correspond admet n intégrales distinctes du système (I),

$$\text{(III)} \qquad f_i(x, x_1, x_2, \ldots, x_n) = a_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

et n intégrales définies par les équations

$$Y_i = \sum_{k=1}^{n} b_k Y_{ik} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

a_i, b_k désignant $2n$ constantes arbitraires et les Y_{ik} représentant des solutions particulières des équations (II). Leur intégrale générale devient donc

$$\text{(IV)} \qquad Y_i = \sum_{k=1}^{n} H_k(f_1, f_2, \ldots f_n) Y_{ik} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

les H_k étant n fonctions arbitraires.

Il va de soi-même que la méthode du n° 3 de la Note citée de M. C. Popovici n'est pas applicable au calcul des transformations infinitésimales en vue des applications. Or on va voir aisément qu'il suffit des opérations de différentiation seulement pour obtenir n transformations infinitésimales des équations (I), quand on en connaît n intégrales distinctes quelconques. En effet, partant du théorème de M. P. Appell (¹), dont la réciproque se trouve démontrée dans mon travail : *Étude sur les transformations infinitésimales* (p. 59, 61-62), on obtient le résultat suivant :

Soient les équations (III) *n intégrales distinctes du système* (I). *Les coefficients* Y_{ik} *deviennent alors*

$$Y_{ik} = \frac{\Delta_{ik}}{\Delta},$$

où l'on a posé

$$\Delta = D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots, f_n}{x_1, x_2, \ldots, x_n}\right),$$

Δ_{ik} *désignant le mineur de* Δ *correspondant à son élément situé à l'intersection de la* $k^{\text{ième}}$ *colonne et de la* $i^{\text{ème}}$ *ligne. Enfin la formule* (IV) *nous donne la forme générale requise*

$$Y_i = \frac{1}{\Delta} \sum_{k=1}^{n} H_k(f_1, f_2, \ldots, f_n)\, \Delta_{ik}.$$

(¹) *Comptes rendus*, août 1901, p. 317. Considérons les équations canoniques de Liouville correspondant au système (I); le théorème de M. P. Appell démontre que *toute leur intégrale, linéaire par rapport aux variables auxiliaires de Liouville, définit une transformation infinitésimale des équations* (I).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du troisième ordre à points critiques fixes.* Note de M. **J. Chazy**, présentée par M. Painlevé.

Cette Communication a pour objet une première application aux équations différentielles du troisième ordre de la méthode qui a permis à M. Painlevé de découvrir des transcendantes uniformes nouvelles comme intégrales d'équations du second ordre.

M. Painlevé a montré que, pour qu'une équation donnée du troisième ordre ait ses points critiques fixes, il est nécessaire qu'une équation *simplifiée* qu'on en déduit ait son intégrale générale uniforme. Considérons les équations qui admettent comme simplifiée $y''' = 0$: ce sont les équations

$$y''' = P_1(y)\,y'' + P_0 y'^2 + P_2(y)\,y' + P_4(y);$$

les P sont des polynomes en y de degré égal à leur indice, et leurs coefficients sont des fonctions analytiques de x. Toutes celles de ces équations dont l'intégrale générale a ses points critiques fixes peuvent être intégrées par les fonctions rationnelles, exponentielles, elliptiques et transcendantes du second ordre, ou bien sont réductibles à des combinaisons de quadratures et d'équations linéaires, ou enfin peuvent être ramenées algébriquement à l'une des suivantes :

$$\text{(I)} \qquad y''' = 12yy' + 6y - 6x,$$

$$\text{(II)} \qquad y''' = 12yy' + \frac{y'' - 6y^2 - a}{x} + 12xy - 6x^3,$$

$$\text{(III)} \qquad y''' + 6y'^2 - 6y - 3x^2 = 0,$$

$$\text{(IV)} \qquad y''' + 6y'^2 - 12xy - 2x^4 + a = 0,$$

$$\text{(V)} \qquad y''' + 6y'^2 - 6\frac{y' + y^2}{x^2} - \varepsilon(18x^3y + x^8) + ax^2 + \frac{b}{x} = 0 \qquad (\varepsilon = 1 \text{ ou } 0),$$

$$\text{(VI)} \qquad \begin{cases} y''' + 6y'^2 - 6p(x, 0, 1)(y' + y^2) + a(2py' - p'y) \\ \qquad + b\dfrac{\sigma(x+h)}{\sigma x}e^{-x\zeta h} + c\dfrac{\sigma(x-h)}{\sigma x}e^{x\zeta h} = 0 \\ \qquad [p(h, 0, 1) = 0], \end{cases}$$

a, b, c sont des paramètres arbitraires.

Les équations (I) et (II) deviennent les équations (III) et (IV) par la transformation $y \,|\, -y'$. Des équations (I), (II) et (III), (IV), (V), (VI),

chacune est une dégénérescence de la suivante, comme il arrive pour les équations du second ordre.

L'intégrale générale de l'équation (I) est une fonction transcendante des trois constantes d'intégration, de quelque façon qu'on les choisisse et, par suite, il en est de même pour les autres équations. Ces intégrales ne sauraient donc s'exprimer explicitement au moyen des transcendantes classiques, d'intégrales d'équations linéaires à coefficients algébriques, de transcendantes du second ordre. Toute intégrale de l'une des six équations est une transcendante nouvelle, sauf peut-être pour des valeurs particulières des paramètres a, b, c.

Ces intégrales n'ont-elles pas de points critiques mobiles? Les six équations sont-elles absolument irréductibles, au sens de M. Drach? Ce sont deux questions que je n'ai pu encore résoudre, mais la réponse ne fait pas de doute pour moi. Il est tout à fait vraisemblable que l'intégrale générale de chaque équation n'a pas de points singuliers mobiles autres que des pôles. Admettons-le.

Équations I et II. — Alors les intégrales des *équations* (I) *et* (II) sont méromorphes et admettent des pôles doubles, au voisinage desquels leur développement est analogue à celui de la fonction p de Weierstrass. Dans la suite de transcendantes $p(x, g_2, g_3)$, $y'' = 6y^2 + x$, I, II, chacune est une dégénérescence de la suivante.

Équations III et IV. — Les intégrales des *équations* (III) *et* (IV) sont méromorphes et admettent des pôles simples de résidu 1, comme ζ. Si l'on fait dans les équations (III) et (IV) la transformation $y = \frac{u'}{u}$, la fonction u est une fonction entière qui satisfait à une équation différentielle du quatrième ordre. Elle est analogue à la fonction σ : dans la suite de fonctions entières

$$u = \sigma(x, g_2, g_3), \qquad y'' = 6y^2 + x \quad \text{avec} \quad y = \frac{u'^2 - uu''}{u^2},$$

III avec $y = \frac{u'}{u}$, IV avec $y = \frac{u'}{u}$, chacune est une dégénérescence de la suivante.

Les propriétés exactes de la fonction σ ne sont plus pour les suivantes qu'une approximation. La croissance régulière de σ se conserve : les genres et ordres des quatre fonctions entières sont respectivement : 2 et 2, 2 et $\frac{5}{2}$, 3 et 3, 4 et 4.

Équation V. — Les intégrales de l'*équation* (V) sont méromorphes, en

dehors des deux points singuliers o et ∞. La transformation $x = e^X y = \frac{Y}{x}$ conduit à l'équation

$$y'''' + 6y'^2 - 2(y'' + 2yy') - \varepsilon(6ye^{2x} + e^{4x}) + ae^{2x} + be^x = 0,$$

dont les intégrales sont méromorphes. Si l'on fait dans cette nouvelle équation la transformation $y = \frac{u'}{u}$, la fonction u est entière et satisfait à une équation différentielle du quatrième ordre. D'après les principes posés par M. Borel et les théorèmes de M. Boutroux, il est bien facile de déterminer son ordre de grandeur. Son genre est infini : si $\varepsilon = 1$, elle croît comme $e^{\frac{1}{4}e^{2r}}$ dans les régions du plan des x où elle est très grande, elle décroît comme $e^{-\frac{1}{16}e^{2r}}$ dans les régions où elle est très petite ; si $\varepsilon = 0$, elle se comporte comme $e^{\pm ke^r}$, $e^{\pm ke^{\frac{r}{2}}}$.

Équation VI. — Les intégrales de l'*équation* (VI) admettent des pôles mobiles et admettent en outre comme points singuliers fixes, critiques en général, les pôles de $p(x, 0, 1)$. La tranformation $p(x) = X$, $y = Y p'$ donne une équation dont les intégrales sont méromorphes, sauf au point ∞ et aux trois points $4X^3 - 1 = 0$. Si dans cette nouvelle équation l'on pose $y = \frac{u'}{u}$, la fonction u satisfait à une équation différentielle du quatrième ordre, et elle est régulière, sauf au point ∞ et aux points $4X^3 - 1 = 0$. Ces points peuvent être pour elle critiques, algébriques ou logarithmiques, essentiels, etc.

En résumé, *si l'on admet que leurs points critiques sont fixes*, les transcendantes obtenues présentent la plus grande analogie avec les transcendantes uniformes du second ordre. Elles sont, au contraire, bien différentes des fonctions fuchsiennes. Si, parmi toutes les équations *simplifiées* possibles (1), au lieu de la plus simple, on choisit l'équation différentielle des fonctions fuchsiennes, ou une équation voisine, on obtiendra, par l'équation complète, des transcendantes d'une autre nature et se rapprochant des fonctions fuchsiennes.

(1) *Comptes rendus*, 29 juillet 1907.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de flamme obtenus par voie électrique.* Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville**, présentée par M. Lippmann.

Nous avons indiqué, dans une Note précédente, un procédé simple de production des spectres de flamme (¹). Cette méthode, basée sur l'emploi d'électrodes métalliques, ne s'applique pas aux corps rares que l'on ne possède qu'à l'état de sel. C'est pour arriver à combler cette lacune que nous avons institué les expériences dont il va être question.

Reprenant le dispositif déjà décrit, nous avons essayé de nous servir des solutions du sel à étudier, solutions introduites au centre d'électrodes verticales, constituées de matières dont le spectre est très simple. Étant donné le temps de pose prolongé nécessaire à l'obtention de la partie ultra-violette du spectre et l'emploi considérable de solution qui en résultait, nous nous sommes déterminés à utiliser le sel à l'état solide. C'est un fait bien connu qu'un corps pulvérulent, même fortement tassé, introduit dans la cavité pratiquée dans l'une des électrodes, en est aussitôt expulsé par le passage de l'arc ou de l'étincelle qui jaillit de cette électrode. Nous avons donc été conduits à incorporer la matière à un ciment peu fusible et ne donnant pas naissance à un spectre de flamme propre pouvant gêner l'observation de celui qu'on étudie. A la suite de nombreux essais, nous nous sommes arrêtés à l'emploi des substances suivantes :

1° 3 parties environ d'acide borique calciné et pulvérisé, mêlées à 1 partie de la substance et introduites à l'état de fusion dans la cavité d'un charbon à lumière fortement chauffé;

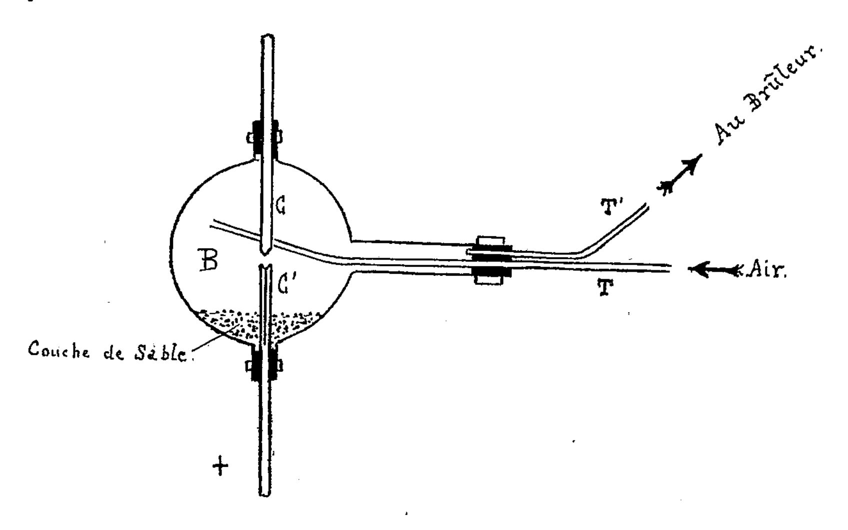
2° Un mastic sur lequel M. Aubert a bien voulu attirer notre attention et qui consiste en amiante pulvérisée mélangée au silicate de soude. Dans ce second cas, nous employons 2 parties du sel à étudier pour 1 de matière.

Le premier procédé est préférable pour l'étude de la région ultra-violette, puisque les bandes du bord ne s'étendent que dans la partie visible du spectre de la flamme, tandis que le second convient plutôt à l'examen de la partie moins réfrangible. L'emploi du charbon comme support n'introduit d'ailleurs pas d'élément nuisible dans le spectre de la flamme du gaz d'éclairage.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1338.

Appliquant ces deux procédés, à l'aide de notre méthode primitivement décrite (c'est-à-dire par l'action de l'étincelle), à des spectres de flamme connus, nous avons constaté que, pour obtenir ceux-ci dans leur complet développement, nous étions forcés de multiplier beaucoup le nombre des décharges dans l'unité de temps; il en résultait un flux presque continu d'étincelles et un échauffement considérable des électrodes qui semblait faciliter le dégagement du sel de son mélange. Ce fait nous a conduits à essayer de remplacer l'étincelle par l'arc proprement dit, et cette substitution nous a donné des résultats très satisfaisants.

Dans un ballon de verre B se trouvent les charbons C et C'. L'air, arrivant par le tube T recourbé de telle sorte que le jet d'air ne frappe pas directement l'arc, se rend ensuite par le tube T' au brûleur. Les charbons employés ont 12^{mm} de diamètre, et le



charbon positif C' qui contient la matière est percé d'un trou de 6^{mm} de diamètre et de 12^{cm} environ de longueur. Le charbon négatif C est homogène. Dans ces conditions et avec l'emploi de 1^{g} seulement de sel, un courant de 5 à 6 ampères permet un fonctionnement continu d'environ 5 heures et le charbon positif renferme constamment une goutte en fusion d'apparence vitreuse.

Il nous a semblé intéressant de rechercher si la nature du spectre de flamme ainsi produit est bien indépendante du mode de désagrégation de la matière qui précède son arrivée dans le brûleur, autrement dit si la production de ce spectre est uniquement régie par les phénomènes qui ont lieu dans la flamme. Substituant aux charbons C et C' des tiges de fer, nous avons obtenu une très grande quantité de vapeur métallique qui, envoyée dans un deuxième arc à électrodes de cuivre, a reproduit le spectre de l'arc du fer;

en outre, nous avons obtenu le spectre très complet de l'étincelle de capacité du fer en faisant passer cette même vapeur, au moyen de l'une des électrodes, creuse, au centre de l'étincelle du cuivre. La vapeur de l'arc du fer introduite dans la flamme ne donne d'ailleurs que le spectre habituel de la flamme du fer, accompagné d'un très fort spectre continu.

La matière qui est mélangée aux gaz de la flamme est vraisemblablement apportée dans un état de division extrême, car la filtration de l'air à travers une forte épaisseur de coton de verre, à la sortie du ballon qui contient l'arc, n'influe pas sur les raies du spectre de la flamme, mais présente l'avantage d'atténuer le spectre continu qui se trouve dans la partie la moins réfrangible, dû sans doute à des particules de dimensions plus grandes et portées à l'incandescence dans la flamme.

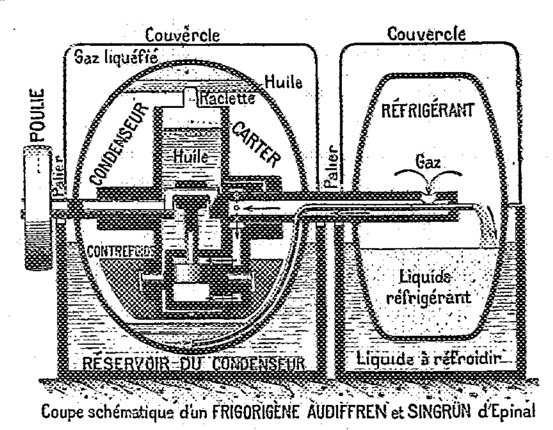
Comme conclusion de ce qui précède, dans tous les cas où il est possible de se procurer le corps à étudier à l'état métallique, la méthode de l'étincelle nous paraît toujours préférable à cause de sa simplicité, tandis que celle de l'arc s'appliquera dans le cas contraire.

PHYSIQUE. — *Le frigorigène Audiffren*. Note de MM. **Audiffren** et **Singrun**, présentée par M. d'Arsonval.

Les machines produisant le froid par la compression des gaz liquéfiables n'ont pas subi de modifications essentielles depuis leur apparition, il y a une trentaine d'années. Quel que soit le liquide employé (anhydride sulfureux ou anhydride carbonique, ammoniaque ou chlorure de méthyle), le principe mécanique était toujours basé sur le fonctionnement d'une pompe aspirante et foulante appelée *compresseur*, qui aspire le gaz liquéfiable à l'état de vapeurs pour le comprimer dans un serpentin spécial ou *condenseur*. Le liquide ainsi obtenu s'évapore, en produisant du froid, dans un autre serpentin appelé *réfrigérant*, d'où il est continuellement repris par le compresseur. Dans ce dernier, qui est un cylindre muni d'un piston, de clapets, de soupapes, de segments, etc., il importe d'empêcher à la fois les fuites du gaz autour du piston et de s'opposer à toute rentrée d'air extérieur. On s'efforce d'atteindre ce double but par l'emploi d'un presse-étoupes (*stuffing-box*), organe que la subtilité des gaz comprimés et les pressions auxquelles ils sont soumis, de l'intérieur à l'extérieur, rendent d'une confection délicate et difficile. Le presse-étoupes et les segments offrant des résistances passives d'autant plus considérables que l'appareil est plus petit,

le rendement des machines actuelles varie du simple au triple, suivant le modèle considéré.

Nous sommes parvenus à supprimer tous ces inconvénients et à rendre uniforme le rendement, quelle que soit la puissance de l'appareil, en emprisonnant le compresseur dans une enceinte hermétiquement close et en le faisant actionner par un moteur extérieur *sans percer la paroi,* ce qui aurait entraîné l'emploi fatal du presse-étoupes. Nous avons solutionné ce problème en faisant intervenir la force de la pesanteur. Le mécanisme compresseur, animé d'un mouvement de rotation, est maintenu fixe dans l'espace, grâce à une masse de plomb suffisamment lourde qui leste le carter.



Coupe schématique d'un FRIGORIGÈNE AUDIFFREN et SINGRÜN d'Epinal

Notre appareil se compose de deux capacités sphériques réunies par un arbre creux, l'une jouant le rôle de réfrigérant et l'autre de condenseur. Dans celui-ci se trouve logé le mécanisme de la compression commandé par une poulie extérieure. Le compresseur, placé dans un carter, est un simple et robuste cylindre oscillant sur deux tourillons, et muni d'un piston massif; il fonctionne complètement immergé dans un bain d'huile chimiquement neutre, qui remplit les vides et les espaces nuisibles, empêche l'usure, et combat l'échauffement par son refroidissement constant sur les parois du condenseur. Actionné par un arbre coudé, le piston aspire les vapeurs émises dans le réfrigérant, à raison de la diminution de pression qu'il provoque, et les refoule dans le condenseur, sur la périphérie duquel s'opère à nouveau la liquéfaction. Le liquide régénéré se sépare de l'huile par différence de densité et retourne dans le réfrigérant par différence de pression.

Cette disposition permet de supprimer tous les organes donnant lieu à des réparations : bielles, clapets, soupapes, joints presse-étoupes, segments, robinets de réglage et même les manomètres, car la machine se sert à elle-même d'appareil de sûreté, en cas de surélévation accidentelle de la température du condenseur.

Le compresseur cesse en effet de fonctionner, faute d'appui, à une pression fixée d'avance par l'entraînement du contre-poids dans le système de rotation. Par ce moyen, nous avons réduit le compresseur à une simple pompe à huile soumise à une pression enveloppante et allant par conséquent de l'extérieur à l'intérieur. Par conséquent, les fuites, s'il s'en produit, ne peuvent être que des fuites d'huile ayant lieu de l'extérieur vers l'intérieur de ce cylindre, contrairement à ce qui a lieu dans toutes les autres machines, et sans influence sur le rendement.

La rotation de l'appareil dans l'eau ou dans la saumure est encore la source de plusieurs avantages importants, puisqu'elle facilite l'échange des températures, elle refroidit l'eau du condensateur, qui économise ainsi 98 pour 100 de la quantité de ce liquide habituellement nécessaire. D'autre part, en faisant tourner le réfrigérant dans de l'eau douce, on obtient une couche de glace au bout de 3 à 10 minutes. Cette glace, qui peut être détachée automatiquement de la périphérie du réfrigérant, est d'une transparence parfaite, alors même que les eaux employées aient été boueuses, savonneuses, ou chargées de matières colorantes; de la sorte il est possible d'obtenir de la glace hygiénique avec des eaux impures. D'autre part, si on lance un courant d'air à travers la saumure pulvérisée par la rotation du réfrigérant, on obtient de l'air frais sec, qui peut servir directement au refroidissement des locaux, sans avoir besoin d'aucune tuyauterie de circulation de saumure.

Les principaux agents réfrigérants actuellement connus peuvent être employés pour le fonctionnement de cette machine dont l'entretien se réduit au graissage des deux paliers extérieurs.

PHYSIQUE. — *Sur la phosphorescence à basse température.* Note de M. **Joseph de Kowalski**, présentée par M. Amagat.

La découverte de M. H. Becquerel concernant le changement de largeur des bandes de phosphorescence des cristaux de terres rares, ainsi que les très intéressantes études de M. J. Becquerel sur les bandes d'absorption des mêmes cristaux à la température de l'air liquide, m'ont amené à exécuter une série d'expériences dont les résultats sont exposés dans la Note suivante :

I. On sait, depuis Lecoq de Boisbaudran, que les solutions des terres rares deviennent fluorescentes sous l'influence de la lumière ultra-violette. Ce savant a décrit les spectres de cette fluorescence sous le nom de *spectres du renversement*. Il m'a paru très intéressant de savoir ce que devient cette fluorescence à très basse température. J'ai donc étudié des solutions alcooliques de nitrates des terres rares à la température de l'air liquide en les exposant à l'action d'une source de lumière ultra-violette très puissante. Les

solutions se solidifient à cette température. En les observant sitôt après l'extinction de la lumière excitante, j'obtins les résultats suivants :

a. Toutes les solutions solidifiées sont devenues phosphorescentes et la durée de la phosphorescence est relativement grande : 5 minutes après l'extinction de la source excitante elle est encore visible.

b. La teinte de la phosphorescence est verte pour la solution erbifère, vert-jaune pour la solution samarifère, et violacée pour la solution du nitrate de néodyme.

c. L'intensité de la phosphorescence était trop faible pour que je puisse mesurer les spectres de l'émission; toutefois la phosphorescence de la solution du nitrate du samarium était assez forte pour que je puisse constater que son spectre est composé d'une série de lignes très fines.

II. M. Dewar et MM. Nichols et Merritt plus tard ont démontré que beaucoup de corps organiques sont phosphorescents à la température de l'air liquide. Je me suis demandé si certains de ces corps dissous dans l'alcool et solidifiés à la température de l'air liquide ne donneraient pas de phénomènes de phosphorescence analogues aux phénomènes qu'on observe avec des solutions des terres rares.

J'ai donc étudié la phosphorescence de solutions alcooliques du phénanthrène, de l'anthracène et de l'anthraquinone solidifiées à la température de l'air liquide. Toutes ces solutions solidifiées sont fortement phosphorescentes : le phénanthrène donne une phosphorescence d'une teinte jaune verdâtre, l'anthracène est caractérisé par une couleur bleue et l'anthraquinone par une teinte verte vive.

L'intensité de la phosphorescence était assez forte pour que je puisse l'étudier au moyen d'un spectroscope. Je trouve que le spectre de phosphorescence de tous ces corps se compose de bandes minces et de raies fines. Il paraît donc d'une manière générale que la netteté et la finesse des bandes sont caractéristiques pour l'émission par phosphorescence à basse température.

III. Ayant remarqué une certaine influence de la concentration de la solution sur l'intensité de la phosphorescence observée, j'ai entrepris une étude détaillée de cette influence. On partait d'une solution saturée à la température ordinaire et on la diluait 2, 4, 8, 16 et 32 fois. Ces six solutions de chaque corps étaient refroidies à la température de l'air liquide et exposées simultanément à la source de la lumière ultra-violette. La phosphorescence produite fut étudiée sitôt après l'extinction de la lumière. La solution la plus concentrée n'était que peu phosphorescente. En se solidifiant elle devenait non transparente par le fait de la cristallisation du corps

dissous et l'on peut y attribuer la petite intensité de la luminescence. Les intensités de phosphorescence des autres solutions diffèrent beaucoup entre elles :

Pour les solutions de l'anthraquinone et de l'anthracène la phosphorescence diminue graduellement avec la diminution de la concentration, mais pour la solution du phénanthrène j'ai pu parfaitement observer un *optimum* de phosphorescence qui correspond à une concentration d'environ 0,2 pour 100. Le manque d'un optimum bien déterminé pour les deux autres corps peut être attribué à la solubilité très faible de ces deux corps dans l'alcool.

J'ai employé dans toutes ces expériences une lampe à arc de mercure en quartz, construite par la maison W.-C. Heräus, à Hanau. Cette lampe alimentée par un courant de 4 ampères sous 25 volts donne une intensité lumineuse de 800 bougies normales et un rayonnement très intense dans la partie ultra-violette du spectre; c'est pourquoi certaines précautions sont à prendre. En travaillant pour la première fois avec cette lampe j'ai exposé mon visage au rayonnement ultra-violet pendant environ 30 minutes et à une distance de $0^m,5$ à 1^m, heureusement tout en ayant les yeux préservés par les lunettes.

Le même soir une forte et douloureuse dermite se déclara, pareille à celles qui sont produites par les coups de soleil dans les glaciers de la haute montagne. La dermite est produite par le rayonnement ultra-violet et un simple écran en verre de 1^{mm} à 2^{mm} d'épaisseur supprime tout danger.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Formation de l'ozone par l'action de l'effluve à basse température.* Note de MM. **E. Briner** et **E. Durand**, présentée par M. G. Lemoine.

Un certain nombre d'expérimentateurs [1] ont utilisé l'action des basses températures, réalisées par les gaz liquéfiés, pour la préparation de l'ozone. Nous avons repris cette étude en nous servant, pour la mesure des quantités

---

(1) Hautefeuille et Chappuis, *Comptes rendus*, t. XCI, 1880. — Olszewski, *Wien. Monatshefte für Chemie*, t. VIII, 1887. — Beill, *Monatshefte für Chemie*, t. XIV, 1893, p. 71. — Troost, *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1751. — Ladenburg, *Ber.*, t. XXXI, 1898, p. 2508. — Goldstein, *Ber.*, t. XXXVI, 1903, p. 3042.

d'ozone formées et de l'énergie consommée, d'un dispositif semblable à celui décrit antérieurement ([1]).

L'ampoule à étincelle a été remplacée par un récipient en verre à doubles parois revêtues à l'intérieur et à l'extérieur d'électrodes en feuilles d'étain; ce récipient peut être ainsi immergé dans un gaz liquéfié ou solidifié contenu dans une éprouvette Dewar. Pour éviter les pertes d'électricité résultant des hauts potentiels utilisés et qui diminuent beaucoup le rendement, on isole soigneusement à la paraffine les fils d'amenée du courant aux électrodes. Les quantités d'ozone formées se déduisent des dénivellations lues sur un manomètre en relation avec l'ozoniseur; l'énergie électrique consommée est mesurée aux bornes du primaire de la bobine.

Nous avons pris d'abord l'ozoniseur rempli d'oxygène pur et plongé dans le mélange acide carbonique-éther, soit à —78°. L'ozone atteint alors une concentration limite de 11 pour 100 environ; au delà, il se détruit en aussi grande quantité qu'il se forme.

Cette concentration de 11 pour 100, également observée par Beill, est caractéristique de la température de — 78°, car on la retrouve en détruisant une partie de l'ozone par élévation de température et en soumettant une seconde fois à l'action de l'effluve le mélange O_2 et O_3 maintenu à —78°. A cette température, nos expériences ont donné un rendement de 12^g d'ozone par kilowatt-heure.

L'ozoniseur a été ensuite immergé dans l'air liquide, soit à — 194°; à cette température, la tension de vapeur de l'ozone étant à peu près nulle, il a été possible de *transformer intégralement l'oxygène en ozone*, comme on le voit ci-dessous :

Pressions de mercure.	Dénivellations.	Temps.	Oxygène transformé, pour 100.
mm	mm	min.	
256	0	0	0
208	48	5	18
122	134	10	52
15	241	15	94
1	255	20	99

L'ozone, en se formant, coule le long des parois de l'appareil sous forme d'un liquide visqueux bleu foncé et se rassemble au fond.

L'*influence de la pression* sur le rendement résulte des expériences suivantes :

Pressions.			Temps.	Rendement par kilowatt-heure.
initiales.	finales.	moyennes.		
mm	mm	mm	min.	g
255	152	203	5	29
152	45	98	5	55
45	10	27	5	37

([1]) BRINER et METTLER, *Azote et hydrogène* (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 694). — BRINER et DURAND, *Azote et oxygène* (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 248).

L'optimum pour les pressions voisines de 100^{mm} de mercure, donnant, dans le cas qui nous occupe, un rendement de 55^{g} d'ozone par kilowatt-heure, paraît assez général dans les synthèses effectuées par les décharges électriques. Nous l'avons observé pour l'action de l'étincelle sur les mélanges $(N^2 + 2O^2)$ et $(N^2 + 3H^2)$; MM. Haber et Kœnig (¹) l'ont également constaté dans la formation des oxydes d'azote par l'arc électrique.

Si l'on opère sur l'air, les rendements seront naturellement moins élevés, à cause de la dilution de l'oxygène; nous n'avons pu obtenir ainsi que des rendements de 20^{g} par kilowatt-heure. Il est à noter que l'action de l'effluve sur l'air ne produit que peu ou pas d'oxyde d'azote; le liquide bleu foncé, identique à celui qui se forme dans l'oxygène pur, est sans doute de l'ozone pur.

Nous avons constaté en outre que l'effluve dégage très peu de chaleur par lui-même; l'évaporation de l'air liquide dans l'éprouvette Dewar est sensiblement la même, que l'effluve passe ou ne passe pas.

Sous forme d'arc ou d'étincelle, les décharges sont beaucoup plus chaudes et la production d'ozone bien plus faible. En faisant agir l'étincelle dans une ampoule renfermant de l'oyygène et plongée dans l'air liquide (même disposition que pour les mélanges azote-oxygène), le rendement en ozone n'a été que de 0^{g},79 par kilowatt-heure; encore cette production d'ozone pourrait-elle être attribuée aux effluves qui accompagnent toujours l'étincelle.

Conclusions. — 1° Conformément aux faits observés dans l'industrie, le refroidissement des gaz est une circonstance favorable pour un bon rendement en ozone; cela ressort de l'efficacité croissante de notre dispositif chaud-froid entre — 78° et — 194°.

2° La comparaison des expériences relatives à l'action de l'effluve et de l'étincelle sur l'air démontrent que l'effluve est surtout producteur d'ozone et l'étincelle d'oxyde d'azote.

Les rendements déjà très élevés obtenus avec nos appareils de laboratoire pourront probablement être encore améliorés avec des ozoniseurs plus parfaits au point de vue de l'isolement et dans des conditions de transformation de courant plus économiques. Quant aux dangers d'explosion de l'ozone pur obtenu par ce mode de préparation, ils sont peu à craindre si l'on a soin d'éliminer toute trace de substance organique de l'ozoniseur par des lavages au mélange chromique.

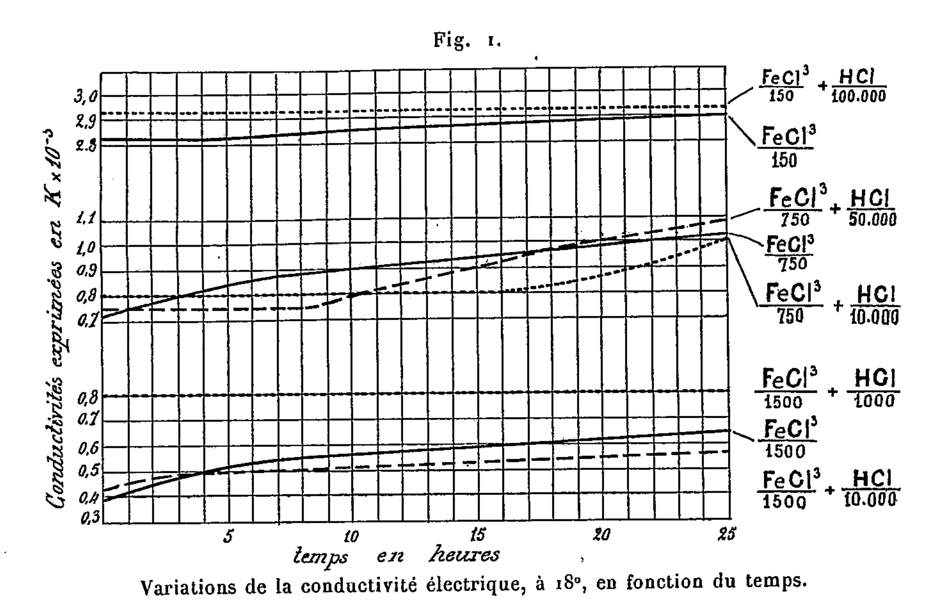
(¹) *Zeitschrift für Elektrochemie*, t. XIII, 1907, p. 725.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'hydrolyse du perchlorure de fer. — II. Rôle de l'acide chlorhydrique.* Note de MM. G. MALFITANO et L. MICHEL, présentée par M. Roux.

On sait que l'addition de HCl aux solutions aqueuses de $FeCl^3$ en augmente la stabilité. Nous avons mesuré les variations de la conductivité électrique de solutions de $FeCl^3$ comparativement avec d'autres au même titre, additionnées de HCl, et nous avons constaté, comme il fallait s'y attendre, que le temps pendant lequel la conductivité reste constante est d'autant plus long que la quantité de HCl ajoutée est plus grande; qu'à parité d'autres conditions, la quantité de HCl nécessaire à assurer la stabilité augmente considérablement avec la température et varie légèrement avec la concentration en $FeCl^3$.

Mais, et ceci nous paraît plus remarquable, pendant l'hydrolyse il peut se former, au sein d'une solution de $FeCl^3$, une quantité de HCl considérablement plus grande que celle qui, ajoutée dès le début, l'aurait rendue stable. En effet, les solutions de $FeCl^3$ hydrolysées peuvent atteindre des valeurs de conductivité électrique supérieures à celles de solutions au même titre en $FeCl^3$ additionnées de HCl; et l'augmentation de la conduc-

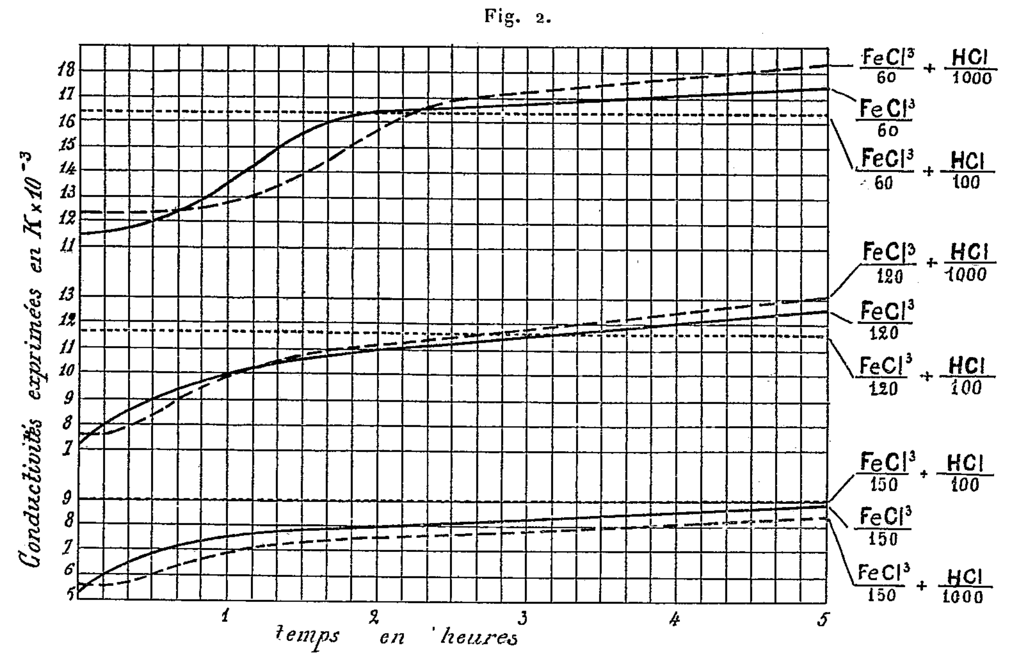
Fig. 1.



Variations de la conductivité électrique, à 18°, en fonction du temps.

tivité électrique pendant l'hydrolyse ne peut être expliquée que par la formation de HCl.

Fig. 2.



Variations de la conductivité, à 50°, en fonction du temps.

On voit que les courbes (*fig.* 1 et 2) qui expriment les variations de conductivité, en fonction du temps, des solutions de $FeCl^3$ dépassent celles de mêmes solutions additionnées de HCl, d'autant plus tôt que la quantité d'acide ajoutée est plus faible et que la concentration en $FeCl^3$ est plus forte. On voit aussi que les petites doses de HCl n'empêchent l'hydrolyse qu'au début et paraissent même la favoriser ensuite.

Ce phénomène est encore plus frappant si, après avoir mesuré à 18° la conductivité de solutions de $FeCl^3$ additionnées de doses croissantes d'acide, on les chauffe à 100° pendant 30 minutes environ et on les refroidit ensuite à 18° pour mesurer de nouveau la conductivité.

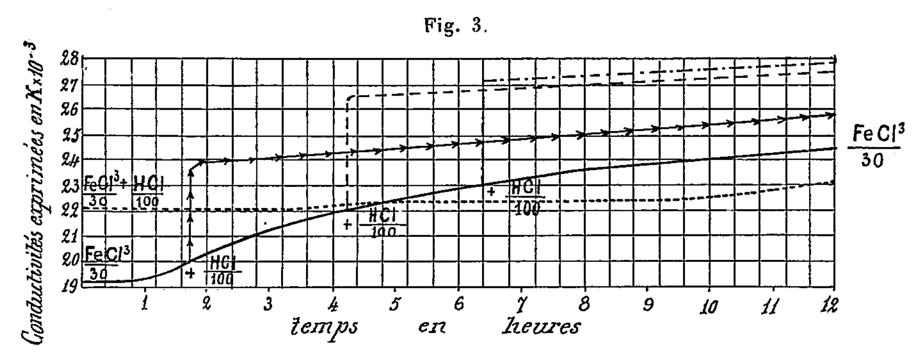
	$\frac{FeCl^3}{10}$.	$\frac{FeCl^3}{10}+\frac{HCl}{30}$.	$\frac{FeCl^3}{10}+\frac{HCl}{25}$.	$\frac{FeCl^3}{10}+\frac{HCl}{20}$.	$\frac{FeCl^3}{10}+\frac{HCl}{10}$.
Conductivité à 18° des solutions aussitôt préparées, $K\times 10^{-6}$..........	24.010	30.650	32.190	34.840	48.990
Conductivité à 18° après 30 minutes de chauffage à 100°, $K\times 10^{-6}$....	50.980	47.970	46.500	44.500	48.990
Conductivité à 18° après 46 heures, $K\times 10^{-6}$......................	49.520	47.800	46.500	44.500	48.990

On voit que l'augmentation est d'autant plus faible que la quantité de HCl ajoutée est plus forte; on voit aussi, contrairement à ce qu'il fallait attendre, que les mélanges où l'on avait ajouté plus de HCl rétrogradent d'une manière sensiblement plus lente.

De ces faits on devrait conclure que les produits qui prennent naissance pendant l'hydrolyse ne sont pas les mêmes et que seulement les premiers formés sont aisément ramenés à l'état de $FeCl^3$ par HCl présent aussitôt que les conditions d'équilibre l'exigent; tandis qu'au fur et à mesure que l'hydrolyse progresse et que ses produits s'accumulent, l'action de HCl sur eux devient de plus en plus difficile; en plus, la présence de HCl contribue à rendre ces composés plus résistants.

Cette supposition s'est trouvée justifiée.

Fig. 3.



Effet, sur la variation de la conductivité, de l'addition de la même quantité de HCl à différents moments de l'hydrolyse.

Ces courbes montrent que la dose de HCl qui, ajoutée au début, rend stable la solution, non seulement ne la ramène pas au même état d'équilibre, mais n'arrête pas l'hydrolyse si on l'ajoute quand celle-ci est en marche.

Ensuite, en recherchant quelles quantités de HCl il fallait pour ramener les produits de l'hydrolyse à l'état de $FeCl^3$, nous avons vu que les échantillons prélevés successivement dans une solution en voie d'hydrolyse exigent pour revenir à l'état optiquement vide des quantités croissantes de HCl, et que le colloïde formé dans les solutions additionnées au préalable de HCl se dissout plus difficilement que celui d'une solution en tout comparable de $FeCl^3$ seul.

L'hypothèse que la constitution du colloïde formé aux dépens des produits de l'hydrolyse soit celle d'ions complexes paraît expliquer le mieux ces phénomènes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la solubilité du graphite dans le fer.* Note de M. Georges Charpy, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une Note présentée à l'Académie le 13 janvier 1902, en collaboration avec M. L. Grenet, nous avons donné les résultats d'une série d'expé-

riences sur la formation du graphite par recuit dans les fontes plus ou moins riches en silicium. Ces déterminations, tout en indiquant les lois générales du phénomène, tout en démontrant, en particulier, que, même en l'absence du silicium, le carbone tendait à se séparer à l'état de graphite dans les fontes solides, ne comportaient pas une précision suffisante pour donner une évaluation numérique de la solubilité du graphite dans le fer à diverses températures. Cette détermination présente, en effet, de grandes difficultés, principalement dans le cas du fer ne contenant pas de silicium, par suite de la très grande lenteur avec laquelle se produisent soit la dissolution du graphite, soit la transformation du carbone combiné en graphite; au cours des chauffages prolongés auxquels on est ainsi conduit pour atteindre l'équilibre, il se produit, sur une épaisseur importante à partir de la surface, soit une décarburation, soit une carburation, suivant le milieu dans lequel on opère.

Néanmoins, après de nombreuses expériences préliminaires, nous croyons pouvoir donner les chiffres ci-dessous comme présentant une grande probabilité. Nous avons opéré par différentes méthodes :

a. Dissolution dans le fer solide du graphite préalablement séparé par refroidissement. — En fondant au creuset du fer de Suède cémenté avec un excès de charbon de bois et laissant le métal fondu refroidir lentement dans le creuset, nous avons obtenu un culot de fonte grise contenant 3,75 pour 100 de carbone total, dont 3,34 à l'état de graphite; le métal contenait environ $\frac{1}{1000}$ de silicium et de manganèse, et des traces de soufre et de phosphore.

Des fragments de cette fonte, en forme de cubes de 4cm de côté, étaient chauffés à différentes températures, pendant 6 à 7 heures pour les températures au-dessous de 900°, pendant 3 heures pour les températures plus élevées, puis trempés à l'eau. On les recuisait ensuite à 500° pour les rendre susceptibles d'être attaqués par les outils, et l'on enlevait par rabotage une épaisseur de 2mm sur les faces. On prélevait ensuite de la limaille de façon à avoir la composition moyenne.

On a obtenu ainsi les teneurs suivantes en carbone combiné, déterminé par différence entre le carbone total et le graphite :

Après chauffage à	750°	0,31
»	850	0,85
»	1000	1,08
»	1050	1,36
»	1080	1,44
»	1100	1,40
»	1150	2,47

b. Séparation du graphite par recuit dans une fonte blanche. — En opérant

comme précédemment, mais coulant le métal fondu dans un moule métallique, nous avons obtenu une fonte blanche contenant 2,82 pour 100 de carbone entièrement à l'état combiné. Cette fonte a été chauffée à 1150° puis refroidie lentement jusqu'à 1000° et trempée alors à l'eau froide. En éliminant les parties superficielles oxydées, on a trouvé alors dans les parties centrales 2,74 pour 100 de carbone total, dont 1,82 à l'état de graphite, soit 0,92 pour 100 de carbone dissous.

c. Refroidissement lent de la fonte liquide. — Dans une autre expérience, nous avons placé le creuset, préparé comme dans les cas précédents, dans un four maintenu à 1000°, en le sortant du four de fusion. Le métal a passé ainsi très lentement, mais directement, de l'état liquide à la température de 1000° et y a été maintenu pendant 3 heures, puis plongé dans l'eau froide. On a obtenu ainsi un culot contenant 3,10 pour 100 de carbone total dont 2,15 à l'état de graphite, soit 0,95 pour 100 de carbone dissous.

d. Carburation par cémentation dans divers milieux. — Nous avons déjà décrit dans une Note précédente (¹) des expériences de cémentation à 1000° par le gaz d'éclairage et par l'oxyde de carbone, donnant pour le carbone dissous à 1000° les chiffres de 0,66 pour 100 et de 1 pour 100. Dans de nouveaux essais, en cémentant du fer à 1000° dans du charbon de bois, nous avons obtenu des produits contenant 2,50 pour 100 de carbone, dont 1,40 à l'état de graphite, soit 1,10 pour 100 de carbone dissous, et dans un autre essai 3,10 de carbone, dont 2,21 à l'état de graphite, soit 0,89 de carbone dissous.

En résumé, les résultats indiqués dans cette Note fournissent un argument de plus pour considérer que la solubilité du graphite dans le fer décroît régulièrement avec la température et permettent de considérer comme très probable la valeur de 1 pour 100 pour la solubilité à 1000° dans le fer pur.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Essai sur certaines relations entre les poids atomiques des corps simples.* Note de M. **Delauney**, présentée par M. G. Lemoine.

Il semble que les valeurs des poids atomiques (pour $O = 16$) soient de la forme $(A^2 : n)$, dans laquelle A et n sont des nombres entiers. Cette expression permet, en effet, de représenter les poids avec exactitude; ainsi, on aurait :

Hélium.......	$2^2 : 1$	Potassium.....	$14^2 : 5$	Silicium......	$16^2 : 9$
Mercure......	$20^2 : 2$	Molybdène....	$24^2 : 6$	Arsenic.......	$30^2 : 12$
Carbone......	$6^2 : 3$	Glucinium.....	$8^2 : 7$	Brome........	$39^2 : 19$, etc.

En outre, il apparaît que des corps ayant entre eux des analogies évi-

(¹) *Sur la cémentation du fer* (*Comptes rendus*, 1er semestre 1902, p. 1000).

dentes ont des diviseurs soit égaux ou voisins, soit en progression régulière :

Cadmium......	$15^2 : 2$	Lithium......	$13^2 : 24$	Glucinium....	$8^2 : 7$
Mercure.......	$20^2 : 2$	Rubidium.....	$47^2 : 26$	Strontium.....	$35^2 : 14$
Zinc...........	$14^2 : 3$	Cæsium.......	$61^2 : 28$	Barium.......	$62^2 : 28$

Cependant, des corps qui se ressemblent ont quelquefois des n différents et d'autres, qui sont éloignés, ont le même n ou des n voisins. Cette difficulté semble disparaître si l'on substitue à la forme précédente celle plus générale $[(\mathrm{A}a)^2 : na^2]$, a étant un nombre entier. On peut ainsi, par exemple, rapprocher le sodium $(22^2 : 21)$ et le potassium $(14^2 : 5)$ en prenant pour ce dernier $a = 2$, ce qui le transforme en $(28^2 : 20)$.

Les corps qui composent une même famille ont des diviseurs paraissant présenter de la régularité et de la symétrie. On obtient, par exemple :

Bore.........	$11^2 : 11$	Carbone......	$12^2 : 12$	Fluor........	$19^2 : 19$
Scandium	$23^2 : 12$	Zirconium....	$33^2 : 12$	Brome.......	$39^2 : 19$
Yttrium......	$34^2 : 13$	Silicium......	$16^2 : 9$	Chlore.......	$45^2 : 57$
Lanthane.....	$50^2 : 18$	Titane	$17^2 : 6$	Iode.........	$85^2 : 57$
Aluminum....	$25^2 : 23$	Cérium	$29^2 : 6$		

CHIMIE MINÉRALE. — *Gaz occlus dans les aciers.* Note de M. G. **Belloc**, présentée par M. Ditte.

L'influence des gaz occlus sur les propriétés du fer et des aciers a été pressentie par plusieurs savants, mais elle n'a jamais été définie. Dans mes recherches sur la décarburation spontanée des aciers [1], j'ai pu mettre en évidence que les gaz occlus sont nécessaires pour amorcer la réaction, mais ne sont pas suffisants pour la continuer.

Comme suite à ces expériences, je me suis proposé de définir, dans un travail de longue haleine, le rôle des gaz occlus; mais, avant d'aborder le problème de front, il était nécessaire d'amasser des documents. J'ai commencé tout d'abord par rechercher : 1° la nature de ces gaz; 2° la forme des courbes en t et $\frac{dv}{dt}$ relatives au volume total et au volume particulier de chaque gaz; 3° les proportions relatives de chacun des gaz avec la température; 4° les relations des courbes précédentes avec les points critiques; 5° leur variation avec l'épaisseur de la couche d'où on les extrait; 6° leurs changements avec les différents aciers.

(1) *Décarburation des aciers* (*Comptes rendus*, 2 juin 1903).

Je suis parti d'un acier extra-doux répondant à la composition suivante :

C	0,12
Si	0,03
S	0,02
Ph	0,018
Mu	0,35

Cet acier a été fabriqué spécialement pour cette étude par M. Worth, directeur des usines de Denain et Anzin; sa composition avait été choisie de façon à avoir un métal dont les points critiques fussent nettement séparés. Ces derniers ont été soigneusement repérés par la méthode différentielle de Robert-Austen.

Je n'entrerai pas dans le détail des expériences qui m'ont conduit aux conclusions ci-après; on le trouvera tout au long dans le *Bulletin de la Société d'encouragement à l'industrie nationale*, qui a bien voulu prendre ces recherches sous son haut patronage. Je dirai seulement que les expériences sont de très longue durée et exigent chacune de 15 à 20 jours consécutifs; les essais ont porté sur deux barrettes du même acier réduites en copeaux sur le tour; pour la barrette I, les différentes passes ont été réunies; pour la barrette II, elles ont été séparées.

Je résumerai seulement ici les conclusions de cette étude.

I. Les dégagements gazeux sont en relation étroite avec les points critiques du fer et, à ce point de vue, on peut les diviser en trois parties :

1° Le dégagement commence à une température variable et mal déterminée (entre 150° et 400°); la courbe des $\frac{dv}{dt}$ présente un petit minimum vers 200° et un petit maximum vers 300°, température voisine du bleu, mais le dégagement reste faible en valeur absolue jusqu'au point A_0.

2° Entre 500° et 600°, la courbe des $\frac{dv}{dt}$ offre un grand maximum qui s'identifie convenablement avec le point A_n, puis s'abaisse rapidement et arrive à un minimum pouvant être voisin de zéro avec la terminaison de A_2.

3° Le point A_1 n'a pas d'influence marquée pour l'acier considéré.

4° Le dégagement se relève avec le début de A_3, puis s'abaisse lentement et semble se relever de nouveau avec la température. En poussant les essais jusqu'à 1200°, il a été possible d'extraire un volume de gaz égal à 11-12 fois le volume de l'acier.

En d'autres termes, si l'on adopte l'interprétation de M. Osmond relative à la signification du point A_0, on pourra dire :

1° Dans le domaine du fer α, le dégagement du gaz reste très faible et tend, d'une façon générale, à augmenter avec la température, réserves faites pour les petites irrégularités constatées dans la région du bleu.

2° Le début de la transformation du fer α en fer β est marqué par un dégagement abondant qui va en diminuant au fur et à mesure que cette transformation se poursuit.

3° Le dégagement reprend avec la transformation du fer β en fer γ et, après avoir passé par un maximum au cours de cette transformation, paraît augmenter avec la température dans le domaine du fer γ.

4° La transformation du carbone de cémentation en carbone de trempe, pour une teneur de 0,12 pour 100, n'a pas d'influence marquée.

II. Au point de vue de la composition des gaz, on a affaire à des mélanges d'acide carbonique, d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'azote, comme on le savait déjà.

L'acide carbonique se dégage le premier et forme au début la presque totalité du volume. Il disparaît vers 550° (point A_0), soit qu'il n'en reste plus, soit que, à partir de cette température, il soit réduit par l'hydrogène.

L'azote commence à apparaître vers 550° (point A_0) et persiste à toutes les températures supérieures; mais la proportion en est faible et reste au-dessous de 10 pour 100 en moyenne, avec des maxima et des minima trop peu accentués et trop mal définis sur l'échelle des températures pour qu'on puisse actuellement les prendre en considération.

A partir de 400°, l'hydrogène et l'oxyde de carbone constituent la presque totalité des gaz. Leurs proportions relatives varient assez brusquement avec la température et même, à température constante, avec les extractions successives.

III. Au point de vue du rapport entre le volume total des gaz et le volume de l'acier, ce rapport a été beaucoup plus grand, toutes choses égales d'ailleurs, et a commencé beaucoup plus tôt (150° au lieu de 400°) dans la barre I que dans la barre II. Cette différence peut tenir à ce que la barre II a été débitée en copeaux plus fins que la barre I et a pu, pour cette raison, perdre à froid, pendant le tournage, une fraction plus importante de ces gaz; ou bien la proportion des gaz varie dans un même lingot suivant la verticale. De nouvelles recherches sur ces questions sont indiquées.

IV. Au point de vue de la répartition, les gaz sont très irrégulièrement distribués. La proportion totale des gaz est beaucoup plus grande dans les couches moyennes de la barre II que dans les couches superficielles et centrales. Le rapport de l'hydrogène à l'oxyde de carbone varie également

beaucoup. Sur ce point encore, des recherches plus étendues seraient nécessaires.

V. Au point de vue de l'état des gaz dans le métal solide, je me suis attaché à chercher s'il existait une tension de dissociation; les observations variées et multiples que j'ai faites ne sont pas favorables à l'existence de cette tension.

CHIMIE MINÉRALE. — *Extraction des gaz contenus dans les métaux.* Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. Le Chatelier.

On sait depuis longtemps que les métaux ont la propriété d'absorber les gaz. La méthode qui est généralement employée pour l'extraction des gaz contenus dans les métaux consiste à chauffer les échantillons dans le vide et à recueillir les gaz; on admet que tous les gaz sont ainsi dégagés en une seule opération. Parry a constaté cependant, sans donner d'ailleurs les conditions de température, qu'en chauffant un acier dans le vide à plusieurs reprises, on obtenait des volumes décroissants de gaz.

Au cours d'expériences sur l'absorption des gaz par les métaux, j'ai été conduit à étudier systématiquement les conditions permettant d'extraire les gaz occlus et ce sont les résultats obtenus qui font l'objet de la présente Note. J'ai employé du fer marchand, pris sous forme de barre de 1^{cm^2} de section, de tôle de 1^{mm} d'épaisseur, de fils de 2^{mm}, de 1^{mm} et de $0^{mm},5$ de diamètre.

Deux essais ont été faits à la température d'ébullition du soufre (445°), soit avec le métal sous forme de fil de 1^{mm}, soit avec de la limaille. Dans le premier cas, après plusieurs heures de chauffage, il n'y a eu aucun dégagement gazeux; dans le second cas, au contraire, on a recueilli, en opérant sur $31^{g},5$ de métal, $6^{cm^3},45$ de gaz particulièrement riches en anhydride carbonique et en hydrogène.

Deux séries d'expériences ont été faites à température élevée; entre deux chauffages consécutifs, les échantillons sont laissés à l'air libre pendant une quinzaine de jours. Voici les résultats de la deuxième série donnant le volume de gaz dégagé pour 1^{vol} de métal :

Nature du métal.	Masse.	Volume.	Surface approximative.	Chauffages à 1100°. 1er.	2e.	3e.	Total.
	g	cm³	cm²				
Fil de $0^{mm},5$..........	34,0	4,36	280,5	5,7	1,3	0,72	7,72
» 1^{mm}............	40,0	5,12	213,3	5,7	0,82	0,53	7,05
» 2^{mm}............	40,5	5,2	108,8	4,9	2,0	1,3	8,2

Nature du métal.	Masse.	Volume.	Surface approximative.	Chauffages à 1100°. 1er.	2e.	3e.	Total.
	g	cm³	cm²				
Barre de 1cm (1).......	38,6	5,0	22,0	0,8	0,54	0,51	1,33
» (2).......	38,7	5,0	22,0	0,56			1,09
Tôle de 1mm (1).......	41,0	5,25	80,0	4,8	1,4	0,91	5,95
» (2).......	41,5	5,32	80,0	5,3			6,46
Limaille de la barre de 1cm............	46,0	5,9	très grande	16,1	3,56	0,08	19,74

Ces résultats montrent qu'il est extrêmement difficile d'extraire les gaz contenus dans les fers et aciers; le troisième chauffage à 1100° permet de retirer encore une quantité importante de gaz, variable suivant le degré de division du métal (0,5 pour 100 du volume total extrait pour le métal très divisé et 20 pour 100 pour le métal sous forme de tôle ou de barre).

En totalisant les volumes de gaz et en exprimant pondéralement les résultats par rapport au poids de l'échantillon mis en œuvre, on arrive au Tableau ci-dessous :

Nature du métal.	Nature des opérations.	Masse.	Volume total des gaz.	Volume en centimètres cubes. CO^2.	H.	CO.	N.	Poids pour 100 du métal. CO^2.	H.	CO.	N.	Total.
		g	cm³									
Fil de 0mm,5...	3 chauff. à 1100°	34,0	33,70	6,22	11,89	12,70	2,89	0,035	0,0032	0,047	0,0105	0,0957
Fil de 1mm....	3 »	40,0	36,43	7,01	7,83	20,23	1,36	0,035	0,0017	0,062	0,0042	0,1029
Tôle de 1mm...	3 »	82,5	78,75	5,08	17,40	53,46	2,81	0,012	0,0018	0,081	0,0042	0,099
Limaille......	3 »	46,0	106,0	5,16	29,17	66.45	5,22	0,021	0,0056	0,18	0,0141	0,2207

Les quantités de gaz ainsi trouvées sont de l'ordre de grandeur des quantités de soufre et de phosphore existant ordinairement dans les fers et aciers, mais un fait intéressant est celui qui se rapporte à l'azote. Les nombres obtenus pour la teneur de cet élément sont de l'ordre de grandeur de ceux obtenus par M. Braune [*Du rôle de l'azote dans les fers et aciers* (*Revue de Métallurgie*, t. I, 1905, p. 497; t. II, 1907, p. 834)]. S'il devenait possible d'extraire en une seule fois les gaz contenus dans le métal, on aurait ainsi un procédé direct de dosage de l'azote.

Incidemment, par suite de la rupture de récipients en porcelaine, j'ai observé que, dans le vide, le fer commençait à se volatiliser à 900° et que le phénomène était extrêmement net à 1100°.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche de l'acide tartrique dans les cidres* [1]. Note de M. **G.-A. Le Roy**, présentée par M. Ditte.

Pour déceler qualitativement l'acide tartrique ou les tartrates, notamment dans les cidres où ces produits sont quelquefois ajoutés frauduleusement, on peut utiliser le procédé suivant, basé sur la réaction colorée d'une solution de résorcine dans l'acide sulfurique.

Si l'on ajoute à de l'acide tartrique (ou à un tartrate) 10 à 20 fois son poids d'une solution au centième de résorcine dans l'acide sulfurique concentré, on n'observe pas de coloration à froid; mais, en chauffant fortement, on voit une coloration rouge violacé intense prendre naissance et colorer la masse liquide. Dans les mêmes conditions, l'acide citrique ne donne pas de coloration; l'acide malique développe une coloration jaune citron intense, virant à l'orangé par excès de chauffage; l'acide lactique produit des colorations jaunes analogues.

Pour appliquer cette réaction à la recherche de l'acide tartrique dans les cidres, les extraits factices pour simili-cidres et analogues, on procédera de la manière suivante. Neutraliser légèrement le liquide, le précipiter par le sous-acétate de plomb en excès, laver le précipité plombique à l'eau froide, puis le décomposer par l'hydrogène sulfuré; évaporer le liquide filtré et le neutraliser (après départ de l'hydrogène sulfuré) au moyen de bicarbonate de soude; l'évaporer à siccité au bain-marie. Arroser le résidu avec le réactif résorcine-sulfurique, chauffer. S'il y a présence d'acide tartrique, on observe une coloration rouge violacé intense.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen des dérivés organométalliques mixtes du zinc. Constitution des cétones β-acétoxylées.* Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note antérieure j'ai montré que les chlorures des acides gras β-acétoxylés se condensent avec les dérivés organométalliques mixtes du zinc en donnant les cétones β-acétoxylées correspondantes, réaction constituant une bonne méthode de préparation des cétones non saturées αβ-acycliques, celles-ci se formant par action des alcalis sur les cétones acétoxylées. J'ai toutefois fait des réserves en ce qui concerne la constitution des

(1) Voir le Rapport sur le prix Montyon (Arts insalubres) d'après les procédés de M. Carles, intitulé : *Transformation directe de la vendange, des lies et des vinasses en crème de tartre riche* (*Comptes rendus*, 10 décembre 1903, p. 1093).

cétones β-acétoxylées, et ces réserves étaient motivées par les faits suivants. Dans aucun cas il ne m'a été possible d'isoler un dérivé cristallisé de la fonction cétonique. La *p.*-nitrophénylhydrazine, la phénylhydrazine, la benzylphénylhydrazine et la semicarbazide ne m'ont fourni aucun dérivé cristallin. Une seule réaction cétonique est positive : c'est celle que donne le nitroprussiate de soude en présence d'une trace de potasse; on obtient une coloration jaune-rouge, stable en milieu acétique. Cette dernière réaction n'ayant qu'une valeur très secondaire, il y avait lieu de se demander si les cétones acétoxylées répondaient bien à la forme cétonique. Théoriquement, en effet, on pourrait les écrire des deux manières suivantes :

$$\begin{array}{l} R - CH - CH^2 - CO - R', \\ \quad\;\; | \\ \quad\;\; O - CO - CH^3 \\ \qquad (I) \end{array} \qquad \begin{array}{l} R - CH - CH^2 - C - R' \\ \qquad\quad \diagdown\!\!-\!O\!-\!\diagup \;\; \diagdown O - CO - CH^3. \\ \qquad\qquad\qquad (II) \end{array}$$

Ces schémas expliquent tous deux d'une manière satisfaisante la formation d'une cétone non saturée par action des alcalis. Les méthodes chimiques ne semblant pouvoir conduire à aucune conclusion, en ce qui concerne la constitution des cétones acétoxylées, j'ai cherché à mettre en évidence l'existence d'une chaîne fermée par la détermination des volumes moléculaires. Un corps de formule (II) devrait, en effet, avoir un volume moléculaire moindre que celui d'un composé répondant à la formule (I). Pensant, d'ailleurs, que ce genre de détermination ne peut conduire à des conclusions valables que par comparaison, j'ai déterminé, à titre comparatif, la diminution de volume moléculaire due à la fermeture des chaînes oxydique et lactonique.

La détermination des volumes moléculaires d'un certain nombre de corps, dont la densité avait été prise à l'état homogène, m'a d'abord montré que les résultats obtenus dans ces conditions ne conduisent à aucune conclusion. Ce fait tient évidemment à ce que, à l'état homogène, les molécules sont plus ou moins associées. Pour éliminer cette cause d'erreur, il est nécessaire d'opérer en solution, et ce n'est qu'en solution aqueuse que les résultats deviennent vraiment probants.

Cependant, par suite du peu de solubilité d'un grand nombre de corps organiques dans l'eau, j'ai été amené à faire quelques déterminations dans l'alcool à 96, étendu de trois fois son poids d'eau, environ. Toutes les densités ont été prises à 24° et sont rapportées à l'eau à 4° et au vide. Les valeurs des volumes atomiques sont celles que M. Traube a données et, pour les solutions aqueuses, le covolume a été pris égal à 12,4.

J'ai adopté ce même covolume pour les solutions hydroalcooliques, l'expérience m'ayant montré que, pour des corps de constitution connue, on ne constate pas d'écart

vraiment notable entre les valeurs trouvées expérimentalement et celles qu'on calcule en prenant pour valeur du covolume le chiffre 12,4. Quant au covolume relatif aux composés dont la densité a été déterminée à l'état homogène, nous lui avons attribué la valeur 26,6, obtenue par interpolation entre celles que M. Traube a données et qui sont relatives aux températures de 20° et 25°.

Le Tableau suivant résume quelques-uns des résultats que j'ai obtenus :

	V. m. (état liquide)			V. m. (alcool $\frac{1}{4}$)			V. m. (eau)		
	trouvé.	calculé.	Differ.	trouvé.	calculé.	Differ.	trouvé.	calculé.	Differ.
$(C^2H^5)^2C - CH^2$ (avec O en pont)	120,1	128,7	− 8,6	101,2	114,5	− 13,3			
$CH^3 - CH - CH(CH^3) - CH^2$ (O—CO en chaîne fermée)	112,4	128,0	− 15,6	103,0	113,8	− 10,8	97,7	113,8	− 16,1
$CH^3-CO-O-CH^2-C(CH^3)^2-CO-C^2H^5$	176,1	181,8	− 5,7	169,3	167,6	+ 1,7			
$CH^2OH - C(CH^3)^2 - CO - C^2H^5$	136,3	144,2	− 7,9				129,7	131,0	− 1,3

Comme on le voit, pour les composés qui renferment réellement une chaîne fermée, lactonique ou oxydique, la diminution de volume moléculaire due à la fermeture de la chaîne est très notable. Au contraire, dans le cas des cétones β-acétoxylées, la variation de volume, positive ou négative, est de l'ordre de celles qu'on observe pour les corps normaux en chaîne ouverte. Les cétones β-acétoxylées doivent donc être considérées comme possédant la forme cétonique (I). J'ai d'ailleurs constaté depuis que, dans les cas où la cétone alcool peut être isolée à l'état libre, elle donne tous les dérivés caractéristiques de la fonction cétonique. Il est donc assez remarquable que le seul fait de l'éthérification de la fonction alcool modifie aussi profondément le caractère de la fonction cétone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation des cyanures de méthyle et d'éthyle.* Note de M. **Auger**, présentée par M. A. Haller.

Le cyanure de potassium est susceptible de réagir avec divers composés organiques, tantôt sous la forme de K.C : N, tantôt sous la forme de K.N : C. Un récent travail de M. Guillemard ([1]), portant sur l'action des cyanures métalliques sur les iodures alcoylés, le sulfate neutre de méthyle et les sels de sulfate acide d'éthyle, amena l'auteur à la conclusion que le cyanure de potassium avait, à l'état solide, la formule isonitrile. Il était intéressant de savoir s'il en serait de même, en employant ce sel en solution aqueuse;

([1]) Guillemard, *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 141.

c'est le sujet de cette Note, qui porte sur l'action du cyanure de potassium dissous, sur les sulfates neutres, les sels de sulfates acides et les iodures de méthyle et d'éthyle.

Les résultats obtenus montrent que, dans les conditions des expériences, la majeure partie du cyanure réagit suivant la forme K.C : N; cependant une faible partie, 1 pour 100 au maximum, est susceptible de réagir suivant la forme isomérique et donnant des carbylamines.

Sulfates neutres alcoylés et cyanure de potassium : *Sulfate de diméthyle.* — Une solution saturée froide, de cyanure, additionnée peu à peu de sulfate de diméthyle, en agitant continuellement, dissout rapidement ce dernier, en s'échauffant fortement. On a eu soin de maintenir la température entre 10° et 30°. La réaction cesse lorsqu'on a introduit 1^{mol} de sulfate pour 1^{mol} de cyanure. Elle a donc lieu suivant :

$$(CH^3O)^2 : SO^2 + CNK = CH^3.CN + CH^3O.SO^2.OK.$$

Une opération effectuée avec 140^g de cyanure dissous en 200^g d'eau, et additionnée de 250^g de sulfate diméthylique, a fourni 92 pour 100 de la théorie en $CH^3.CN$.

Sulfate de diéthyle. — En opérant comme précédemment, on obtient avec cet éther un rendement de 90 pour 100 de cyanure d'éthyle.

Sels des sulfates acides alcoylés et cyanure de potassium : *Méthylsulfate de sodium.* — Ce sel est décrit dans Beilstein comme anhydre. Le produit commercial, cristallisé en lamelles, contient de l'eau de cristallisation : l'analyse effectuée en transformant ce sel, séché sur le chlorure de calcium, en sulfate de soude, nous a montré qu'il possédait la formule

$$CH^3SO^4Na, 1H^2O.$$

$2^g,304$ ont fourni : $1^g,075$ de SO^4Na^2; Calculé : 1,076

Lorsqu'on chauffe une solution formée de 160^g de ce sel et 80^g de cyanure, avec 150^g d'eau, on remarque, vers 85°, qu'une vive réaction s'établit, qui peut devenir tumultueuse si l'on ne refroidit pas rapidement le ballon. On termine l'opération au bain d'huile, vers 120°, et, après le traitement ordinaire du distillat, on obtient le cyanure de méthyle avec 92 pour 100 de rendement. On constate qu'il se forme de la méthylcarbylamine, dans la proportion de 0,2 à 0,8 pour 100 du cyanure.

Nous avons additionné de 150^g de cyanure de potassium le liquide résiduel de la préparation effectuée avec le sulfate de méthyle, citée plus haut, et obtenu ainsi une nouvelle quantité de cyanure : 85 pour 100 de la théorie. De la sorte on peut obtenir directement la réaction : $(CH^3O)^2 : SO^2 + 2CNK = SO^4K^2 + 2CH^3CN$, avec un rendement moyen de 88 pour 100, en additionnant la solution aqueuse saturée de cya-

nure de la quantité calculée de sulfate diméthylique, et en distillant le liquide au bain d'huile.

Éthylsulfates. — Depuis Pelouze, les chimistes qui ont préparé le cyanure d'éthyle ont eu grand soin d'opérer avec un mélange parfaitement desséché de cyanure et de sulfovinate, distillé au bain de sable ou de limaille, dans des cornues plates, de fer ou de cuivre. Le rendement en nitrile atteint 55 pour 100 (¹).

Si l'on opère en présence d'eau, la réaction s'effectue à bien plus basse température, et les rendements sont meilleurs. Ainsi : nous avons distillé au bain d'huile un mélange de 495^g d'éthylsulfate de potassium, 250^g de cyanure et 500^g d'eau, la température intérieure était de 115° à 120°, le bain d'huile étant chauffé à 145° environ. Le distillat, purifié par les méthodes ordinaires, a fourni le cyanure d'éthyle pur avec un rendement de 75 pour 100. Il s'était formé 0,45 pour 100 de carbylamine par rapport au cyanure.

Une opération faite avec 670^g d'éthylsulfate de sodium et 300^g de cyanure a fourni 67 pour 100 du cyanure d'éthyle. Il est probable que le rendement aurait été meilleur en employant un peu plus de cyanure de potassium.

Iodures alcoylés et cyanure de potassium : *Iodure de méthyle.* — On a soumis à l'ébullition à l'ascendant un mélange de 142^g de CH^3I (1^{mol}) avec un léger excès de cyanure de potassium en solution aqueuse concentrée. La réaction, d'abord très lente, ne tarde pas à s'accélérer au fur et à mesure de la production de nitrile qui permet à l'iodure de méthyle de se dissoudre dans la solution aqueuse; il faut même surveiller l'opération vers la fin, car la réaction menace de devenir tumultueuse.

Après 6 heures de chauffe au bain-marie, l'iodure de méthyle a disparu, et l'on obtient 95 pour 100 d'acétonitrile pur. On n'a pas observé de production de carbylamine. D'ailleurs, comme l'a fait remarquer M. Guillemard, celle-ci serait détruite par l'iodure de méthyle.

Iodure d'éthyle. — Il a été impossible d'obtenir une réaction convenable en chauffant au bain-marie l'iodure et la solution de cyanure. En effet, ces composés réagissant très lentement l'un sur l'autre, le cyanure se décompose peu à peu, et le rendement en propionitrile est presque nul : 12 pour 100 après 30 heures de chauffe.

En opérant en présence d'alcool méthylique, qui permet aux deux composés d'entrer en contact par solution, la réaction est rapide et nette : 165^g d'iodure et 85^g de cyanure dissous dans un mélange de 50^g d'eau et 150^g d'alcool méthylique ont donné,

---

(¹) Bouveault, *Thèse*, 1890.

après 8 heures d'action à 70°, à l'ascendant, un liquide incolore qui, après distillation et rectification sur $CaCl^2$, bouillait exactement à 70°. C'est le produit de l'union du nitrile avec l'alcool méthylique, non séparable par distillation fractionnée. Pour déterminer le rendement en cyanure, nous avons saponifié 10^{cm^3} de ce liquide par traitement au bain-marie avec 50^g d'acide sulfurique concentré; on a additionné d'eau et distillé avec la soude en excès le produit de saponification et, en recueillant l'ammoniaque formée dans l'acide chlorhydrique, on a calculé le nitrile d'après le poids de chlorure d'ammonium formé.

Le rendement atteint 97 pour 100 de la théorie. Ce procédé serait ainsi très avantageux si l'on connaissait le moyen de séparer l'alcool du nitrile.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Alcools aromatiques. Réactions nouvelles.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

L'oxhydryle du *xanthydrol* et du *dinaphtopyranol* possède la faculté de se combiner à 1^{at} de H méthylénique : des acides malonique et cyanacétique (1); des β-dicétones; des éthers β-cétoniques et de l'éther cyanacétique (2). 1^{mol} d'eau prend naissance en même temps qu'un composé pyrylméthylénique :

$$\mathrm{O}\!\left\langle\!\!\begin{array}{c}\diagup\!\!\diagdown\\ \diagdown\!\!\diagup\end{array}\!\!\right\rangle\!\mathrm{CH}-\boxed{\mathrm{OH}+\mathrm{H}}-\mathrm{CH}\!\left\langle{}^{X}_{Y}\right. = \mathrm{H^2O}+\left[\mathrm{O}\!\left\langle\!\!\begin{array}{c}\diagup\!\!\diagdown\\ \diagdown\!\!\diagup\end{array}\!\!\right\rangle\!\mathrm{CH}\right]\left[\mathrm{CH}\!\left\langle{}^{X}_{Y}\right.\right].$$

L'oxhydryle du *benzhydrol-p.-p.-tétraméthyldiaminé* est capable de s'éliminer, sous forme d'eau, en prenant 1^{at} de H méthylénique aux β-dicétones, aux éthers β-cétoniques et maloniques. On obtient ainsi des dérivés méthyléniques-tétraméthyldiaminobenzhydrylés (3) :

$$\begin{array}{l}(\mathrm{CH^3})^2\mathrm{N}.\langle\bigcirc\rangle\\(\mathrm{CH^3})^2\mathrm{N}.\langle\bigcirc\rangle\end{array}\!\!\Big\rangle\mathrm{CH}-\boxed{\mathrm{OH}+\mathrm{H}}-\mathrm{CH}\!\left\langle{}^{X}_{Y}\right. = \mathrm{H^2O}+\left[\begin{array}{l}(\mathrm{CH^3})^2\mathrm{N}.\langle\bigcirc\rangle\\(\mathrm{CH^3})^2\mathrm{N}.\langle\bigcirc\rangle\end{array}\!\!\Big\rangle\mathrm{CH}\right]\left[\mathrm{CH}\!\left\langle{}^{X}_{Y}\right.\right].$$

1. *L'oxhydryle du benzhydrol-p.-diméthylaminé* n'est pas moins mobile. Il se conduit comme celui de l'hydrol de Michler, vis-à-vis des dérivés méthyléniques

$$\begin{array}{l}(\mathrm{CH^3})^2\mathrm{N}.\langle\bigcirc\rangle\\ \qquad\quad\;\langle\bigcirc\rangle\end{array}\!\!\Big\rangle\mathrm{CH}-\boxed{\mathrm{OH}+\mathrm{H}}-\mathrm{CH}\!\left\langle{}^{X}_{Y}\right. = \mathrm{H^2O}+\left[\begin{array}{l}(\mathrm{CH^3})^2\mathrm{N}.\langle\bigcirc\rangle\\ \qquad\quad\;\langle\bigcirc\rangle\end{array}\!\!\Big\rangle\mathrm{CH}\right]\left[\mathrm{CH}\!\left\langle{}^{X}_{Y}\right.\right].$$

(1) R. Fosse, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, p. 1006-1008.

(2) R. Fosse et A. Robyn, *Id.*, p. 1010-1014.

(3) R. Fosse, *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 643.

La p.-diméthylaminobenzhydrylbenzoylacétone

$$\left[\begin{matrix}(CH^3)^2N.C^6H^4 \\ C^6H^5\end{matrix}\!\!>\!CH\right]\left[CH\!\!<\!\begin{matrix}CO.C^6H^5 \\ CO.CH^3\end{matrix}\right]$$

se présente en petits cristaux, faiblement teintés en jaune soufre. Fusion, tube étroit, n. c., 157°-158°.

La p.-diméthylaminobenzhydrylacétylacétone

$$\left[\begin{matrix}(CH^3)^2N.C^6H^4 \\ C^6H^5\end{matrix}\!\!>\!CH\right]\left[CH\!\!<\!\begin{matrix}CO.CH^3 \\ CO.CH^3\end{matrix}\right]$$

forme des aiguilles incolores, fondant à 131° n. c. sur Hg et tube étroit.

2. L'oxhydryle du *benzhydrol*, lui-même, peut disparaître, sous forme d'eau, en s'unissant à 1at de H méthylénique des éthers β-cétoniques, des β-dicétones. Le benzhydryle se soude au radical méthylénique en produisant un dérivé tétrasubstitué de l'éthane :

$$(1)\quad (C^6H^5)_2CH - OH + H - CH\!\!<\!\begin{matrix}X \\ Y\end{matrix} = H^2O + \left[(C^6H^5)_2CH\right]\left[CH\!\!<\!\begin{matrix}X \\ Y\end{matrix}\right].$$

Cette réaction est nouvelle. Pour préparer les corps que représente la formule (1), il fallait, jusqu'à ce jour, recourir à l'action du diphénylméthane halogéné sur le dérivé méthylénique sodé (Henderson) :

$$(C^6H^5)_2CH - Br + Na - CH\!\!<\!\begin{matrix}X \\ Y\end{matrix} = NaBr + \left[(C^6H^5)_2CH\right]\left[CH\!\!<\!\begin{matrix}X \\ Y\end{matrix}\right].$$

Par notre méthode ont été préparées les substances suivantes, nouvelles, sauf la première :

Benzhydrylacétylacétate d'éthyle $\left[\begin{matrix}C^6H^5 \\ C^6H^5\end{matrix}\!\!>\!CH\right]\left[CH\!\!<\!\begin{matrix}CO.CH^3 \\ CO^2.C^2H^5\end{matrix}\right]$ de Henderson; fusion (tube étroit), 85° à 87°.

Benzhydrylbenzoylacétate d'éthyle $\left[\begin{matrix}C^6H^5 \\ C^6H^5\end{matrix}\!\!>\!CH\right]\left[CH\!\!<\!\begin{matrix}CO.C^6H^5 \\ CO^2.C^2H^5\end{matrix}\right]$, aiguilles; fusion, 135° sur Hg.

Benzhydrylbenzoylacétone $\left[\begin{matrix}C^6H^5 \\ C^6H^5\end{matrix}\!\!>\!CH\right]\left[CH\!\!<\!\begin{matrix}CO.C^6H^5 \\ CO.CH^3\end{matrix}\right]$, fines aiguilles blanches; fusion (tube étroit), vers 148°-150°, n. c.

Benzhydrylacétylacétone $\left[\begin{matrix}C^6H^5 \\ C^6H^5\end{matrix}\!\!>\!CH\right]\left[CH\!\!<\!\begin{matrix}CO.CH^3 \\ CO.CH^3\end{matrix}\right]$; fusion, 116° sur Hg.

3. L'oxhydryle de différents *carbinols diarylés secondaires* se comporte comme celui du benzhydrol à l'égard de l'H méthylénique. Il en résulte 1mol d'eau et les nou-

veaux dérivés :

Phényl-α-naphtylméthylbenzoylacétate d'éthyle $\left[\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^{10}H^7 \\ \alpha \end{matrix}\!\!>CH\right]\left[CH\!<\!\begin{matrix} CO^2.C^2H^5 \\ CO.C^6H^5 \end{matrix}\right]$;

fusion variable avec la durée du chauffage. En tube étroit, au delà de 160°.

Phényl-α-naphtylméthylacétylacétone $\left[\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^{10}H^7 \\ \alpha \end{matrix}\!\!>CH\right]\left[CH\!<\!\begin{matrix} CO.CH^3 \\ CO.CH^3 \end{matrix}\right]$; fusion, sur Hg, 126°, n. c.

Phényl-α-naphtylméthylbenzoylacétone $\left[\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^{10}H^7 \\ \alpha \end{matrix}\!\!>CH\right]\left[CH\!<\!\begin{matrix} CO.C^6H^5 \\ CO.CH^3 \end{matrix}\right]$; fusion, tube étroit, 185°-185°,5, n. c.

p.-Méthylbenzhydrylacétylacétone $\left[\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3-C^6H^4 \\ p. \end{matrix}\!\!>CH\right]\left[CH\!<\!\begin{matrix} CO.CH^3 \\ CO.CH^3 \end{matrix}\right]$; fusion, 104°-106°.

p.-Méthylbenzhydrylbenzoylacétone $\left[\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3-C^6H^4 \\ p. \end{matrix}\!\!>CH\right]\left[CH\!<\!\begin{matrix} CO.C^6H^5 \\ CO.CH^3 \end{matrix}\right]$; fusion, sur Hg, 130°, n. c.

4. L'oxhydryle du *triphénylcarbinol* peut être remplacé par le reste méthylénique : $\ldots CH\!<\!\begin{matrix} CO^2.CH^3 \\ CO^2.CH^3 \end{matrix}$, sous les seules influences de la chaleur et du malonate de méthyle. Cette transformation nécessite la formation d'eau :

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!\!>C-\boxed{OH+H}-CH\!<\!\begin{matrix} CO^2.CH^3 \\ CO^2.CH^3 \end{matrix} = H^2O + \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!\!>C.CH\!<\!\begin{matrix} CO^2.CH^3 \\ CO^2.CH^3 \end{matrix}.$$

L'expérience n'en donne cependant pas. On recueille principalement de l'anhydride carbonique, de l'alcool méthylique, de l'acétate de méthyle, c'est-à-dire le résultat de l'hydrolyse de 1^{mol} d'éther malonique par 1^{mol} d'eau. Le *triphénylméthylmalonate de méthyle* fond sur Hg, à 130°-131°, n. c. Il résulte de l'égalité :

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!\!>C.OH + 2CH^2\!<\!\begin{matrix} CO^2.CH^3 \\ CO^2.CH^3 \end{matrix} = CO^2 + CH^3OH + CH^3CO^2.CH^3 + \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!\!>C.CH\!<\!\begin{matrix} CO^2.CH^3 \\ CO^2.CH^3 \end{matrix}.$$

5. L'oxhydryle du *triphénylcarbinol* se laisse substituer sous l'action du malonate d'éthyle, soit par le radical $\ldots CH\!<\!\begin{matrix} CO^2.C^2H^5 \\ CO^2.C^2H^5 \end{matrix}$, soit par l'hydrogène.

La première transformation s'exprime par :

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!\!>C.OH + 2CH^2\!<\!\begin{matrix} CO^2.C^2H^5 \\ CO^2.C^2H^5 \end{matrix} = CO^2 + C^2H^5OH + CH^3CO^2C^2H^5 + \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!\!>C.CH\!<\!\begin{matrix} CO^2.C^2H^5 \\ CO^2.C^2H^5 \end{matrix}.$$

Ce même éther a déjà été obtenu par Henderson, grâce à la double décomposition :

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!\!>C.Br + Na-CH\!<\!\begin{matrix} CO^2.C^2H^5 \\ CO^2.C^2H^5 \end{matrix} = NaBr + \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!\!>C.CH\!<\!\begin{matrix} CO^2.C^2H^5 \\ CO^2.C^2H^5 \end{matrix}.$$

La deuxième transformation provient d'une réduction du triphénylcarbinol aux dépens d'un groupe *éthoxy* qui se change en aldéhyde. Elle est représentée par l'égalité :

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!>C.OH + CH^2\!<\!\begin{matrix} CO^2.C^2H^5 \\ CO^2.C^2H^5 \end{matrix} = CO^2 + CH^3-C\!\!<\!\begin{matrix} O \\ H \end{matrix} + CH^3-CO^2.C^2H^5 + \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!>C.H.$$

Jusqu'ici, dans aucun alcool, on n'avait pu remplacer l'oxhydryle par un reste méthénylique ... $CH\!<\!\begin{matrix} X \\ Y \end{matrix}$. Dans les aldéhydes, au contraire, on sait depuis longtemps enlever l'oxygène fonctionnel et lui substituer les restes bivalents : $C\!<\!\begin{matrix} X \\ Y \end{matrix}$ des éthers malonique, cyanacétique, β-cétoniques, des β-dicétones, etc. (Schmidt, Claisen, Claisen et Crismer, Claisen et ses élèves, Knœvenagel, Knœvenagel et ses élèves, A. Haller, etc.).

BOTANIQUE. — *Euphorbiacées nouvelles de l'Afrique centrale et occidentale recueillies par M. Auguste Chevalier*. Note de M. **Beille**, présentée par M. Guignard.

L'étude des Euphorbiacées recueillies par M. A. Chevalier dans ses voyages dans l'Afrique occidentale (Sénégal, Guinée, Côte d'Ivoire, Gabon) et dans l'Afrique centrale (Oubangui, Chari, lac Tchad) nous a fait connaître 63 espèces ou variétés nouvelles se rapportant aux 22 genres suivants [1]:

	Espèces.	Variétés.		Espèces.	Variétés.
Neochevaliera (nov. gen.)...	1		*Caperonia* Saint-Hil......	3	
Fluggea Willd...........		1	*Manniophyton* Mull.-Arg...	2	
Phyllanthus Mull.-Arg....	5		*Mallotus* Mull.-Arg.......	2	
Baccaurea Mull.-Arg.....	6		*Neoboutonia* Mull.-Arg....	1	
Hymenocardia Endl......	5		*Macaranga* Mull.-Arg....	6	
Martretia (nov. gen.)....	1		*Acalypha* Mull.-Arg......	1	1
Antidesma Burm...... ..	2		*Pycnocoma* Benth.	1	
Uapaca Baillon..........	5		*Mareya* Baillon..........	1	
Bridelia Willdn..........	2	3	*Tragia* Mull.-Arg.........	3	
Gentilia (nov. gen.)......	2		*Jatropha* Mull.-Arg.......	1	
Croton Mull.-Arg.........	2		*Microdesmis* Planchon....	1	

(1) Les *Euphorbia* feront l'objet d'une Note ultérieure.

Les trois genres nouveaux appartiennent aux Euphorbiacées-Phyllanthoïdées :

Le genre *Neochevaliera*, remarquable par le dimorphisme de son périanthe dans les deux sexes et par la constitution de son disque, se rattache par ses inflorescences aux *Phyllanthées-Andrachninées* Pax ; il se rapproche des *Savia* Willd.

Les *Gentilia*, très voisins des *Bridelia* Willd., avec lesquels on a dû souvent les confondre, s'en distinguent par leur fruit monosperme dont le centre est occupé par un prolongement de l'axe, lignifié et entouré par la graine.

Les *Martretia* sont caractérisés par la présence d'une fausse cloison partant de la paroi de l'ovaire et séparant les deux ovules de chaque loge. Ce caractère n'a été signalé jusqu'ici dans aucun autre genre.

Quelques-unes de ces Euphorbiacées nouvelles sont particulièrement intéressantes et montrent les variations morphologiques que certaines espèces (*Phyllanthus floribundus* Mull-Arg., *Ph. odontadenius* Mull-Arg.) peuvent subir au point de vue du port, de la constitution de l'androcée et du disque. Le fruit de l'*Hymenocardia obovata* (sp. nov.) a un bord supérieur droit ; il constitue une forme de passage entre les deux sections admises dans ce genre par Tulasne.

Les *Phyllanthus petræus* sp. nov. (A. Chevalier, Beille) ; *Claoxylon purpurascens* sp. nov. et *Macaranga quinquelobata* sp. nov. montrent enfin l'extension sur le continent africain de la section *Epistylium* du genre *Phyllanthus*, de la section *Euclaoxylon* du genre *Claoxylon*, et de la section *Mappa* du genre *Macaranga*.

BOTANIQUE. — *Variations dans le Coquelicot* (Papaver Rhœas *L.*). Note de M. L. BLARINGHEM, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le polymorphisme du *Papaver Rhœas* L. est bien connu. Jordan [1] a décrit plusieurs espèces élémentaires dans un groupe voisin, le *P. dubium* L., distinctes par divers caractères stables (forme de la capsule, courbure du disque stigmatifère, couleur des fleurs et port des plantes) ; ces résultats ont été contrôlés par des cultures de quatre années faites par Bornet [2]. Jordan termine sa description des formes élémentaires du *P. dubium* en disant que

---

(1) A. JORDAN, *Pugillarum plant. novar.*, p. 4 ; *Diagnoses d'espèces nouvelles*, p. 90 ; et JORDAN et FOURREAU, *Breviarum plant. novar.*, p. 2 et suiv.

(2) Cité par PLANCHON, *Revue des Deux Mondes*, 1874, t. V, p. 388.

« l'étude du *P. Rhœas* lui aurait donné les mêmes sujets de critique ». Cette dernière espèce avait déjà été subdivisée par Walpers ([1]) en deux grands groupes d'après la position dressée ou appliquée des poils des pédoncules floraux. On connaît, d'autre part, une variété de Coquelicot à fleurs doubles, et Penzig ([2]) signale beaucoup d'observations faites sur les anomalies de cette espèce. Parmi les plus intéressantes, il faut citer celles d'Hoffmann ([3]) relatives à une forme d'origine inconnue, le *P. Rhœas* L., var. *Cornuti*, qui, par ses nombreuses variations de coloration, paraît bien être le type d'une variété instable. Dans cette forme horticole, il a trouvé un individu à fleurs blanches présentant des étamines transformées en carpelles analogues à celles du *P. somniferum polycephalum*.

J'ai eu l'occasion d'étudier cet été une station de *P. Rhœas*, très intéressante par le polymorphisme des individus. La population de Coquelicots est complètement isolée depuis plus de dix années et subsiste, malgré les sarclages répétés, dans une région de grande culture où elle couvre une superficie d'une dizaine d'ares; elle se composait cette année d'environ 250 individus très différents, parmi lesquels il est actuellement impossible de trouver une lignée dominante. D'après la pilosité des pédoncules floraux et les caractères de la capsule mûre, j'ai réparti les plantes en quatorze catégories signalées dans le Tableau suivant avec le nombre d'individus qu'elles renferment.

Type α. — Poils des pédoncules floraux dressés.
Type β. — Poils des pédoncules floraux appliqués.

Séries.					Nombre d'individus du type α.	Nombre d'individus du type β.
1.	Disque	conique	surmontant une capsule	conique	29	33
2.	»	»	»	ovoïde	16	28
3.	»	»	»	cylindrique	31	24
4.	»	plat	»	conique	17	11
5.	»	»	»	ovoïde	19	6
6.	»	»	»	cylindrique	26	9
7.	»	creux	»	presque sphérique	5	3
				Total : 257, dont	143 α	114 β

Dans chaque catégorie, on observe d'ailleurs une grande fluctuation dans le port, l'abondance des tiges et des feuilles et le nombre des rayons du disque stigmatifère. Les anomalies sont nombreuses et affectent plus du dixième des individus de la station; ce sont parfois des torsions de pédoncules floraux, dont un cas accompagné

([1]) G. Walpers, *Repertorium botan. syst.*, vol. I, p. 113.
([2]) O. Penzig, *Pflanzenteratologie*, vol. I, p. 222.
([3]) H. Hoffmann, *Ueber Papaver Rhœas* (*Botanische Zeitung*, 1874 et 1877).

de la présence d'une bractée subflorale qui rappelle le caractère spécifique du *Papaver bracteatum* et plus souvent des anomalies de la fleur (deux cas de syncéphalie, cinq cas de verticilles à cinq ou six pétales, plusieurs cas de métamorphose partielle d'étamines ou pétales).

L'anomalie la plus remarquable est fournie par une plante qui présente à la fois la duplicature des fleurs par pétalisation des étamines et la métamorphose partielle des étamines en carpelles libres; la réunion de ces deux caractères anormaux n'a pas encore été signalée à ma connaissance. Tous les fruits sont stériles quoique bien formés; les étamines, même quand elles ne portent pas d'ovules, ont leur connectif terminé par un onglet bordé latéralement de papilles stigmatifères; elles ne peuvent s'ouvrir ni mettre en liberté leur pollen en grande partie avorté; de plus, les sépales restent accolés, même après la dessiccation de la plante, et empêchent l'apport du pollen étranger sur les capsules qui y sont renfermées. J'ai fécondé quelques jeunes fruits avec le pollen d'un individu normal voisin; les graines, en petit nombre, que j'ai obtenues seront semées l'an prochain.

Toutes les fleurs, très nombreuses, de cette plante présentent les mêmes caractères, quoique la métamorphose des étamines soit plus accentuée sur les tiges principales; d'autre part, aucun autre individu de la station, que j'ai étudiée avec soin, ne présente de carpelles supplémentaires; aucun autre non plus ne conserve ses sépales accolés après le redressement des pédoncules floraux qui précède l'épanouissement de la fleur. Il paraît donc très probable que la variation observée s'est développée brusquement, sans transitions, avec l'épanouissement complet des caractères nouveaux; on peut la regarder comme un exemple de mutation qui serait disparu sans laisser de traces, si je n'en avais obtenu des graines par la pollination artificielle. A ce point de vue, elle peut être comparée à la Linaire péloriée que de Vries a montré être une des mutations les plus fréquentes dans la nature ([1]).

Si maintenant on se rappelle que Jordan, pour obtenir une quinzaine de formes différentes de *Papaver dubium*, a récolté des plantes dans de nombreuses localités distinctes des environs de Lyon, de l'Ain, du Puy-de-Dôme, des Alpes et même d'Allemagne, on est surpris de trouver dans une station isolée, de faible superficie et ne renfermant que 250 individus, au moins 14 séries de formes dont aucune ne paraît dominante. L'hybridation, possible, de deux types voisins de Coquelicots ne fournirait sans doute pas un polymorphisme aussi accusé et Godron ([2]) a montré que les hybrides entre espèces de Pavots très divergentes sont stériles. Tous ces faits rendent très naturelle l'hypothèse que cette population de *Papaver Rhœas* est en état de mutation, hypothèse que je me propose de vérifier par des semis.

([1]) H. de Vries, *Species and Varieties*, Conférence XVI, p. 459-487.

([2]) Godron, *De l'hybridation dans le genre* Papaver (*Revue des Sciences naturelles*, t. VII, p. 165-186).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence d'une peroxydiastase dans les graines sèches*. Note de MM. **Brocq-Rousseu** et **Edmond Gain**, présentée par M. G. Bonnier.

Raciborski a montré que dans certains parenchymes des végétaux, dans le liber, le latex et dans quelques graines, il existe une substance particulière ayant la propriété de bleuir la teinture de résine de gaïac en présence d'eau oxygénée (1). Il a donné à ce corps le nom de *leptomine*, sans démontrer, d'ailleurs, qu'il s'agissait d'un seul et même corps dans tous les cas. Plus tard, on a désigné cette leptomine sous le nom de *peroxydase* ou d'*oxydase indirecte*. Le nom de *peroxydiastase* proposé depuis par G. Bertrand, et que nous adoptons, semble convenir beaucoup mieux, puisqu'il s'agit d'une diastase du peroxyde d'hydrogène.

Nous avons mis en évidence l'existence très générale d'une peroxydiastase dans les graines sèches, en opérant :

1° Sur des coupes de graines sèches;

2° Sur des extraits obtenus en traitant rapidement par l'eau froide des graines triturées à sec.

Deux réactifs chimiques ont été employés :

a. Solution alcoolique de résine de gaïac fraîchement préparée.

b. Solution de gaïacol à 1 pour 100.

On sait qu'en présence d'une peroxydiastase l'addition d'eau oxygénée fait apparaître, avec le premier de ces réactifs, une coloration bleue, et avec le second une coloration rouge brun.

Les précautions les plus minutieuses ont été prises pour éviter toute cause d'erreur : vérification des réactifs avant chaque expérience, flambage au rouge des instruments, ébullition prolongée des récipients.

Nous avons opéré sur des graines plus ou moins âgées, appartenant d'une

(1) Raciborski, *Ein Inhaltskörper des Leptoms*, p. 52. — *Weitere Mittheilungen über das Leptomin*, p. 119 (*Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft*, Bd. XVI, 1898). — *Ueber eine chemische Reaction der Wurzeloberfläche* (*Bull. Acad. Sc. de Cracovie*, janvier 1902, p. 51). — *Oxydierende und reduzierende Eigenschaft der lebenden Zelle* (*Bull. Acad. Sc. de Cracovie*, 1905, n° 6, p. 338-346; n° 8, p. 668).

part à des familles très différentes, d'autre part à des plantes de régions florales ou d'habitats les plus divers. Pour certaines de ces familles, nous avons examiné des séries de genres, et des séries d'espèces de certains genres.

Voici les noms de ces familles :

Nymphéacées, Renonculacées, Malvacées, Euphorbiacées, Tiliacées, Caryophyllées, Géraniées, Tropéolées, Hippocastanées, Ilicinées, Staphyléacées, Acérinées, Balsaminées, Crucifères, Papavéracées, Violariées, Papilionacées, Césalpiniées, Mimosées, Rosacées, Myrtacées, Ombellifères.

Phytolaccées, Nyctaginées, Chénopodées, Cannabinées, Polygonées, Morées, Ulmacées, Cupulifères, Juglandées.

Ebénacées, Asclépiadées, Solanées, Convolvulacées, Oléacées, Acanthacées, Cucurbitacées, Composées.

Liliacées, Asparaginées, Iridées, Cannacées, Graminées.

Conifères.

Dans les graines soumises à l'observation, nous avons pu mettre en évidence l'existence d'une peroxydiastase. Celle-ci, mais le fait est très rare, peut être accompagnée d'une oxydase vraie. Les réactions caractéristiques sont en général très nettes; quelquefois, pourtant, elles peuvent être atténuées ou retardées par suite de certaines influences qu'il reste à préciser.

Il s'agit bien d'un corps possédant les caractères d'une diastase : si l'on broie, en effet, des graines telles que la fève ou le marron d'Inde, par exemple, et qu'on épuise par l'eau, le liquide ainsi obtenu, chauffé quelques minutes à 100°, ne donne plus les réactions colorées. Nous ne pouvons pas préciser encore s'il y a toujours une localisation de cette diastase en quelque point particulier de la graine. Il semble que, le plus généralement, elle est localisée dans l'embryon, même lorsqu'il n'occupe qu'un très faible volume. D'autre part, les embryons trop âgés ne présentent plus la réaction colorée. On peut supposer qu'il existe des relations entre les peroxydiastases des graines, à l'état de vie ralentie, et les oxydases vraies qui se trouvent si communément chez les végétaux à l'état de vie active.

Conclusions. — 1° Il semble que le grand nombre de graines sur lesquelles nous avons expérimenté nous autorise à conclure à la présence générale d'une ou de plusieurs peroxydiastases dans les graines sèches.

2° Cette peroxydiastase n'existe pas indéfiniment dans la graine. Il y a une relation entre son existence et l'âge de la graine. Nos conclusions sur ce point feront l'objet d'une prochaine Note.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action du champ magnétique de haute fréquence sur le* Penicillium. Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai étudié dans plusieurs séries d'expériences les modifications que peuvent subir, dans un solénoïde parcouru par des courants de haute fréquence, la germination des spores de *Penicillium* et la croissance du tube mycélien qui en dérive.

La bobine employée pouvait donner 13^{cm} à 15^{cm} d'étincelle; l'éclateur et le solénoïde étaient en dérivation sur le condensateur (2 bouteilles de Leyde en surface). Le solénoïde formé par du fil de cuivre de 2^{mm}, recouvert, avait d'habitude 22 spires de 16^{mm} de diamètre sur 50^{cm} de longueur. Un thermomètre à mercure placé dans ce solénoïde en activité pouvait monter de 19° à 51° par suite des courants de Foucault.

Dans ces conditions, j'ai trouvé entre les cultures du champ et les cultures témoins des différences toujours de même sens, plus ou moins marquées suivant les cas, mais jamais très considérables : dans le champ, la germination et la croissance étaient accélérées.

Ce résultat méritait une vérification attentive. En effet, d'après Pfeffer (¹), la croissance ne paraît pas être réellement influencée par un champ magnétique même puissant; d'autre part, il y a des contradictions au moins apparentes dans les résultats obtenus jusqu'ici avec les champs de haute fréquence (²). Il fallait donc éliminer les causes d'erreur qui pouvaient intervenir dans ces expériences. Or, un thermomètre à alcool, placé dans le solénoïde en activité ou immédiatement après l'arrêt de la bobine, décelait un échauffement faible de 1°,5 à 3°. Alors, j'ai fait des cultures à deux températures différentes, t et t', toutes deux au-dessous de l'optimum (22°) de germination des spores comme dans les cas à vérifier et telles que $t' - t$ varie entre les limites de l'échauffement observé (1°,5 à 3°).

Dans ces nouvelles expériences, j'ai obtenu des différences dans la germination et la croissance du *Penicillium* analogues et presque identiques à celles que produisait le champ.

(¹) Pfeffer, *Pflanzenphysiologie*, t. II, 1901, p. 123.

(²) J. Bergonié, A. Broca et G. Ferrié, *Conservation de la pression artérielle de l'homme après l'application des courants de haute fréquence sous forme d'autoconduction* (*Comptes rendus*, 16 septembre 1907). — D'Arsonval, *Remarques à propos de la Communication précédente*.

Ces résultats amènent à la conclusion que, dans les champs magnétiques de haute fréquence que j'ai utilisés, la germination et la croissance du *Penicillium* sont accélérées, mais on peut dire que c'est là une action indirecte, puisque la plus grande partie de l'effet, sinon tout l'effet, peut être attribuée au léger échauffement du fil du solénoïde.

BIOLOGIE. — *Sur l'origine de l'*anthocyanine *déduite de l'observation de quelques Insectes parasites des feuilles.* Note de M. **Marcel Mirande**, présentée par M. Alfred Giard.

On réunit, sous le terme général un peu impropre d'*anthocyanine*, ces substances colorantes rouges répandues à profusion, à l'état liquide, dans les végétaux. Pour expliquer l'origine des anthocyanines la plupart des physiologistes se rangent aujourd'hui à l'opinion d'Overton (*Jahrb. für wissensch. Bot.*, 1899), d'après laquelle ces substances à réactions tannoïdes se forment sous l'influence combinée des tanins et des sucres. Les expériences d'Overton établissent d'une manière habile que la quantité d'anthocyanine produite dans un tissu végétal est proportionnelle à la quantité du sucre qui y est contenu. Au moment où Overton, en Allemagne, établissait ces expériences, avant qu'elles fussent publiées et, par conséquent, sans que je les connusse, j'arrivais à la même conclusion par un procédé tout différent. Dans mes recherches sur les Cuscutes (*Bull. sc. Fr. et Belg.*, 1900), je fis voir que la matière rouge se forme, dans ces plantes parasites, avec d'autant plus d'abondance qu'elles puisent davantage de sucre dans leurs plantes hospitalières. Si le chromogène résulte de la combinaison de certains principes ternaires, il n'est pas douteux qu'il doive, pour engendrer le pigment, subir une oxydation. Buscalioni et Pollacci dans leur belle monographie des anthocyanines (1902) soupçonnent, dans ces phénomènes, l'action des oxydases.

Les phénomènes de rougissement produits sur les feuilles de nombreuses plantes, sous l'influence de lésions effectuées par des Champignons ou des Insectes, constituent des observations précieuses pour se rendre compte des facteurs généraux de la production de l'anthocyanine. Voici quelques exemples relatifs aux Insectes :

Des larves de nombreux Insectes, principalement des Diptères et des Lépidoptères, se creusent des abris dans les parenchymes foliaires en se nourrissant, au fur et à mesure, de ces parenchymes. J'ai observé parmi les Diptères les abris creusés par des

Agromyza, Anthomyia, Phytomyza, etc., parmi les Lépidoptères les abris de *Coleophora, Tinea, Antispila, Lyonetia, Nepticula.* Sous l'influence des lésions produites par le creusement de ces mines, se produisent souvent des rougissements anthocyaniques dont les localisations présentent la plus grande fixité suivant l'Insecte et la plante considérés. Les conditions du rougissement sont entièrement chimiques du côté de la plante et purement mécaniques du côté de l'animal.

Considérons, par exemple, des feuilles de Cerisier dans lesquelles une petite chenille, le *Lyonetia Clerkella* L., creuse ses galeries serpentines, à parcours large formant rarement quelques boucles fermées. Ces petits tunnels ne coupent, sur leur trajet, que les fines nervures, et n'interrompent que d'une façon insignifiante la conduction de la sève à travers le réseau libérien. La localisation de l'anthocyanine est la suivante : dans les plages fermées par une boucle du serpentin, le limbe rougit entièrement; dans ces plages, il y a interruption du courant libérien et accumulation de tanin et de glucose. Partout ailleurs, l'anthocyanine forme un mince liséré bordant le tunnel; les nervures sectionnées qui s'y jettent y déversent des substances tanniques et sucrées, ainsi que des oxydases; ces substances forment de petites accumulations dans les parois de la galerie et y donnent naissance à de l'anthocyanine.

L'anthocyanine, en un mot, se forme dans les seules régions d'accumulation de glucose et de tannoïdes sous l'influence de zymases oxydantes. L'accumulation est due à l'interruption locale du courant libérien.

On trouve sur les feuilles de certains *Rubus* des galeries creusées par deux espèces de *Nepticula :* le *Nepticula aurella* Fab. et un *Nepticula* d'espèce nouvelle dont je dois la connaissance à M. J. de Joannis, qui l'a décrit récemment sous le nom de *Nepticula erythrogenella.* Le *Nepticula aurella* creuse des galeries analogues, comme parcours, à celles du *Lyonetia* du Cerisier; il s'ensuit une formation et une localisation identiques de l'anthocyanine, c'est-à-dire un mince liséré rose bordant çà et là la galerie. Le *Nepticula erythrogenella* provoque, au contraire, un rougissement intense sur des plages très étendues. Cela résulte d'un trajet tout différent de la galerie; cette galerie longe, un moment, la nervure médiane, puis se répand et localise ses méandres et ses boucles uniquement entre deux nervures secondaires. Dans cette plage, les fines nervures sont presque entièrement rongées, la circulation vers les nervures secondaires est coupée, il y a arrêt et accumulation des substances ternaires et rougissement consécutif. Parfois, sur la même feuille, coexistent ces deux *Nepticula*, l'un provoquant un rougissement anthocyanique intense, l'autre un rougissement presque nul.

J'ai examiné ainsi, anatomiquement et microchimiquement, des abris larvaires analogues dans une soixantaine de plantes très variées : *Corylus avellana, Viburnum lantana, Humulus lupulus, Agropyrum caninum, Tussi-*

lago farfara, Eupatorium cannabinum, Populus alba, Quercus pedunculata, Clematis vitalba, etc.

Pour qu'il y ait production d'anthocyanine, les conditions générales suivantes, en sus de l'action de la lumière, sont nécessaires : 1° interruption du courant libérien ; 2° accumulation de substances ternaires, phloroglucine, tanins, glucose, et présence d'une oxydase décelable par les réactifs ordinaires.

Si l'un de ces facteurs fait plus ou moins défaut, il y a absence de rougissement, ou rougissement plus ou moins intense. Ainsi, dans *Corylus avellana,* par exemple, un des facteurs manque toujours : l'oxydase. Il n'y a aucun rougissement.

ZOOLOGIE. — *Migrations marines de la Truite commune.* Note (1) de M. **A. Cligny**, présentée par M. Alfred Giard.

On admet dans la faune française trois ou quatre espèces du genre *Salmo* Linné : le Saumon, la Truite de mer, la Truite commune et, éventuellement, la Truite des lacs. Les naturalistes scandinaves ont réduit ces formes à deux espèces, le Saumon et la Truite ; pour eux, les diverses Truites sont de simples variétés zoologiques ou des races, ayant toutefois leur indépendance phylogénique. Mais souvent on admet aussi que la Truite des lacs est une simple variété physiologique de la Truite commune, qu'une Truite commune quelconque peut acquérir tous les caractères de la forme lacustre, par le seul effet d'une migration individuelle dans un lac.

Knut-Dahl a exprimé récemment une conception semblable pour la Truite de mer, et nous sommes arrivé, indépendamment, à la même conclusion dans une revision approfondie des Salmonides du Boulonnais. On trouve, dans nos fleuves côtiers et à la mer, des Saumons, des Truites de mer et des Truites communes. Nos Saumons sont nettement distincts des Truites de mer, bien qu'il soit impossible d'assigner entre eux une seule différence fixe absolument constante.

Nos Saumons adultes ont presque toujours plus de 18 épines au premier arc branchial ; les taches de pigment noir sont presque toujours confinées à la région dorsale ; le maxillaire est relativement court et ne dépasse pas $\frac{36}{100}$ de la longueur de la tête ; le pédoncule caudal est grêle et allongé ; sa hauteur minima ne dépasse pas le

(1) Présentée dans la séance du 9 décembre 1907.

quart de la distance qui sépare l'origine de la pectorale et celle de la ventrale (longueur préabdominale), et sa longueur surpasse généralement la hauteur de l'anale. Enfin, on compte 11 ou 12 écailles dans la file oblique qui descend vers l'avant, depuis la fin de la nageoire adipeuse jusqu'à la ligne latérale. D'une façon générale, ces Saumons ressemblent nettement à ceux de Norvège.

Nos Truites de mer adultes, pendant ou après leur premier séjour en mer, sont sensiblement plus polymorphes et plus voisines du Saumon que les Truites de mer observées et décrites par Smitt en Suède et Norvège. Elles ont rarement plus de 18 épines prébranchiales; les taches pigmentaires sont assez nombreuses au-dessous de la ligne latérale dans le tiers antérieur du corps; le maxillaire, relativement long, dépasse $\frac{36}{100}$ de la longueur de la tête; le pédoncule caudal est massif, sa hauteur excède le quart de la longueur préabdominale et sa longueur est généralement moindre que la hauteur de l'anale; enfin, on compte 13 ou 14 écailles de l'adipeuse à la ligne latérale en file oblique vers l'avant.

Il n'y a aucun parti à tirer de certains caractères classiques fréquemment employés, tels que la longueur de la tête en fonction de celle du corps, l'état de la dentition vomérienne, la forme des pièces operculaires, le nombre des écailles en série longitudinale.

En résumé, notre Truite de mer est distincte du Saumon, morphologiquement et zoologiquement. Il est loisible de les considérer comme des espèces distinctes, ou tout au moins comme des variétés phylogéniquement indépendantes; nous inclinons à cette dernière interprétation, vu la variabilité et la faible importance des caractères différentiels.

Même en rivière, la Truite de mer adulte se distingue sans peine de la Truite commune par des caractères éthologiques, notamment par sa taille et sa livrée, ou par des caractères morphologiques accessoires.

En revanche, on ne peut distinguer une jeune Truite de mer et une jeune Truite commune, constatation déjà faite par Collett. Le seul moment où l'on peut discerner avec sûreté une jeune Truite de mer, c'est celui où, quittant les eaux douces, elle stationne plus ou moins dans les eaux saumâtres pour s'y acclimater. Nous en avons capturé beaucoup à ce moment précis qui, pour la Liane, va de *mai à juillet* et surtout du 15 mai au 15 juillet; elles ont tantôt 20^{cm}-24^{cm} et 80^{g}-150^{g} et doivent avoir alors un peu plus de deux ans, tantôt 30^{cm}-35^{cm} et 500^{g} environ et paraissent avoir trois ans et demi au moins. Ces individus sont identiques aux Truites communes de même taille, mais dans l'eau saumâtre, ils revêtent graduellement la livrée marine, et l'on peut noter toutes les transitions : effacement successif des points rouges, ceux de la ligne latérale étant les plus tenaces; disparition des tons jaunes ou fauves, apparition de tons gris violacé sur le dos et de nuances bleues ou vertes sur la tête, formation de pigment argenté sur le ventre, décoloration des nageoires inférieures, concentration sur le

bord des écailles du *pigment noir* qui occupait le limbe et apparition des taches en X.

Les dents vomériennes, qui tomberont un peu plus tard, sont encore intactes et, contrairement aux affirmations de Siebold et des auteurs classiques, cette dentition est identique à celle des Truites communes; le corps du vomer porte en effet une quinzaine de dents disposées sur deux rangs en chicane. Même après le premier voyage en mer, cette disposition reste perceptible, soit que les dents aient persisté complètement, comme nous en avons eu l'exemple; soit qu'elles aient laissé leurs cicatrices; soit enfin qu'il subsiste seulement, au palais, un sillon flexueux dont chaque rebroussement indique la place d'une dent tombée.

L'identité des formes jeunes, l'observation du passage et de la transformation suffiraient à montrer la consanguinité des Truites communes et des Truites de mer; mais nous avons pu noter encore, dans la Liane, un argument direct. Cette rivière est coupée, au-dessus de l'estuaire saumâtre, par un barrage infranchissable à la montée et au-dessous duquel n'existe aucune frayère; il en résulte que toutes les Truites observées à la descente dans l'estuaire sont issues de Truites sédentaires. Nous pouvons donc confirmer la conclusion de Knut-Dahl : « Il descend constamment des eaux douces à la mer des Truites qui ne sont pas les descendants directs des Truites de mer, et qui appartiennent aux diverses formes de Truites sédentaires; ayant atteint la mer, ces Poissons deviennent des Truites de mer. »

Il y a pourtant dans nos rivières des individus héréditairement anadromes, ayant accumulé sans doute un penchant anadrome plus marqué, et peut-être aussi des caractères secondaires liés à leur éthologie; nous pêchons chaque année un grand nombre de ces individus pour alimenter notre pisciculture. Mais il s'y ajoute constamment des Truites héréditairement sédentaires et devenues subitement anadromes. Les Truites de ruisseau forment donc une souche dont les Truites de mer sont une tribu détachée, avec ségrégation récente et imparfaite. On peut escompter dès lors plus de ressemblance entre les deux tribus d'une même rivière qu'entre deux Truites provenant de rivières éloignées. En revanche, la ségrégation doit jouer pleinement et les tribus doivent diverger, dans les fleuves où la libre circulation est impossible; il en est ainsi quand la pollution des eaux supprime toute communication entre les formes marines et la souche sédentaire du bassin supérieur.

ZOOLOGIE. — *La castration parasitaire des Étoiles de mer mâles par un nouvel Infusoire astome :* Orchitophrya stellarum *n. g., n. sp.* Note de M. CASIMIR CÉPÈDE, présentée par M. Alfred Giard.

L'organisme qui fait l'objet de cette Communication constitue le premier exemple connu jusqu'ici d'Infusoire astome parasite des Échinodermes, et le premier représentant de ce groupe qui infeste les glandes génitales.

Le parasite est très rare. Depuis l'époque où il m'a été signalé par V. Willem (30 avril 1906), j'ai disséqué aux diverses périodes de vive eau un grand nombre d'Étoiles de mer. Toutes provenaient des stations classiques de notre côte boulonnaise : Andresselles, Pointe à Zoie, Wimereux, Roches-Bernard. Sur plusieurs milliers d'Étoiles sacrifiées, trois seulement étaient parasitées. Les femelles sont toujours indemnes. La taille des mâles parasités est variable : le premier mesurait 70^{mm} de rayon, le deuxième 92^{mm}, le troisième 110^{mm}. Le mode de vie et l'habitat de ce nouveau parasite m'ont engagé à lui donner le nom d'*Orchitophrya stellarum* n. g., n. sp.

Morphologie. — Étudié *in vivo* dans les débris de testicules de l'hôte précédemment dilacérés, le parasite est très facilement visible parmi les cellules sexuelles. Les nombreuses granulations qui remplissent la majeure partie de son endoplasme lui donnent une teinte grise plus accentuée dans sa région postérieure. Sa forme générale est celle d'une poire très allongée, légèrement comprimée surtout dans sa partie renflée. Cet aplatissement définit une face de reptation que j'appelle *face ventrale;* je nomme *face dorsale* la face opposée. L'Infusoire progresse toujours dans un sens déterminé. J'appelle donc *région antérieure* la partie plus étroite qui se trouve en avant dans la progression. La plus grande largeur, variable selon les individus observés, est en général placée vers le tiers ou le quart postérieur du corps. Les bords latéraux sont plus ou moins convexes selon le mouvement de l'animal. La longueur oscille entre 35^{μ} et 65^{μ} ; la largeur entre 12^{μ} et 26^{μ}. La combinaison de ces deux échelles de variations donne l'ensemble des formes possibles de notre parasite.

Tégument. — Le tégument porte un nombre à peu près constant de stries d'insertions ciliaires (18 à 20). Elles sont longitudinales sur presque toute la longueur du corps. Au fur et à mesure que le contenu de la glande génitale devient plus liquide, les stries d'insertion ciliaire s'incurvent légèrement selon la génératrice d'une hélice dont le pas devient de plus en plus court. Ces stries viennent concourir à la partie postérieure acuminée en gerbe tournante de feu d'artifice. Ce sont des éminences cuticulaires dont la partie sous-jacente est différenciée dans un but cinétique. Cette région est plus épaissie sous chacun des cils et montre en cet endroit le corpuscule basilaire de l'élément vibratile. Ces stries d'insertion ciliaire s'arrêtent avant la partie terminale antérieure de l'astome. Cet arrêt définit une plage non ciliée qui figure, à mon avis, la place occupée par la bouche chez l'espèce ancestrale de notre parasite. En cet endroit, la cuticule est amincie. L'extrémité antérieure me paraît jouer un rôle tactile dans la marche de l'animal à travers les diverticulums de la glande sexuelle. Les cils

vibratiles sont distants l'un de l'autre d'une longueur variable avec le point du corps considéré. Dans la partie antérieure, ils sont à peine distants de $\frac{4}{5}$ de μ; dans la partie moyenne, au contraire, il y a entre deux cils une distance de 2^{μ} à $2^{\mu},5$ et, dans la partie postérieure, ils ne sont plus qu'à $1^{\mu},8$ d'intervalle. Leur taille est également variable : ils sont, sur tout le corps, épais, longs et flexueux, mesurant de 7^{μ} à $7^{\mu},5$ vers le milieu du corps, et ont une longueur de 8^{μ} à $8^{\mu},5$ dans la région postérieure.

Le cytoplasme est très limpide dans la région antérieure du corps; il devient spumeux dans la partie postérieure. L'examen microchimique montre que certaines granulations endoplasmiques sont constituées par du glycogène, tandis que d'autres sont franchement de nature graisseuse. Certaines d'entre elles sont basophiles, d'autres acidophiles. Étudiées *in vivo*, les granulations les plus claires, plus petites que les autres, ont un aspect réfringent; elles se colorent en noir par l'acide osmique et par les fixations osmiques.

Noyaux. — Le macronucleus unique est le plus souvent subsphérique ou ovoïde, quelquefois de forme irrégulière. Il occupe ordinairement la partie centrale de l'endoplasme. Parfois, il est déjeté sur le côté jusqu'à venir presque au contact de la région sous-cuticulaire ectodermique. Il mesure 8^{μ} à 13^{μ} de diamètre environ. Le micronucleus est plus colorable que le macronucleus; il occupe une position très variable dans l'endoplasme et relativement au macronucleus. Sa forme est subsphérique ou ellipsoïdale : dans le premier cas, il mesure 2^{μ} à 3^{μ} de diamètre; dans le deuxième, le grand axe de l'ellipsoïde a 4^{μ} et le rayon de son cercle médian de 1^{μ} à 2^{μ}.

Par son abondance dans les testicules d'*Asteracanthion rubens*, l'*Orchitophrya stellarum* entraîne la dégénérescence d'un certain nombre de cellules sexuelles. Ce parasite gonotome cause donc la *castration partielle* et *directe* de son hôte. Il représente le groupe des Infusoires astomes dans la liste déjà si vaste des organismes qui produisent la *castration parasitaire*.

ZOOLOGIE. — *Des variations de la longueur de l'intestin chez la Grenouille.* Note de M. ÉMILE YUNG, présentée par M. Yves Delage.

Il ressort des Tables publiées par les anciens anatomistes, Meckel, Cuvier, etc., que la longueur de l'intestin est en rapport avec le genre de nourriture, qu'elle est plus grande chez les Herbivores que chez les Carnassiers et que les Omnivores tiennent le milieu entre les précédents. Il en ressort aussi que, dans un même groupe, l'intestin est plus long chez les espèces qui l'ont étroit que chez celles qui l'ont large. Enfin, parmi les Vertébrés, les Mammifères occuperaient le premier rang au point de vue du rapport de la longueur de leur intestin avec celle de leur corps, ce rapport diminuant progressivement chez les Oiseaux, les Reptiles et les Pois-

sons. Les études modernes n'ont point confirmé ces règles classiques; elles ont montré du moins qu'elles souffrent de très nombreuses exceptions. Dans une même espèce, l'intestin est soumis à de notables variations dont l'expérience seule peut révéler le déterminisme. Je me bornerai à rappeler les récentes recherches de Babak [1] et les miennes [2] sur l'intestin des larves de Grenouille; elles m'ont conduit à procéder à une enquête sur la longueur normale de l'intestin adulte chez les deux espèces *Rana esculenta* et *R. fusca*. En voici les principaux résultats :

Gaup (in ECKER's *und* WIEDERSHEIM's : *Anatomie des Frosches*, 3. Abth., 1904, p. 65) a établi que la première de ces espèces a l'intestin plus long que la seconde, mais il n'indique pas si les chiffres qu'il publie ont été pris sur plusieurs individus, ni le sexe de ceux-ci, ni l'époque de l'année où ils ont été mesurés. De fait, il se rencontre dans les deux espèces des différences individuelles pouvant atteindre jusqu'à 30^{mm} et davantage. Les moyennes démontrent qu'outre le facteur espèce, d'autres facteurs influent sur la longueur de l'intestin : ce sont la taille, le sexe, la saison. Les chiffres suivants sont des moyennes tirées de 10 ou de 20 individus selon les cas; ils concernent la longueur totale de l'intestin, du museau à l'anus, mise en rapport avec la longueur totale du tronc, l'animal étant couché horizontalement.

A. — *Influence de la taille et du sexe.*

20 *R. esculenta*	♀ de 50^{mm} à 60^{mm}	ont donné le rapport	....	3,53
20 »	♀ de 70^{mm} à 80^{mm}	»	....	3,89
20 »	♂ de 50^{mm} à 60^{mm}	»	....	2,78
20 »	♂ de 60^{mm} à 70^{mm}	»	....	2,95
20 *R. fusca*	♀ de 50^{mm} à 60^{mm}	»	....	2,16
20 »	♀ de 60^{mm} à 70^{mm}	»	....	2,38
20 »	♂ de 50^{mm} à 60^{mm}	»	....	1,65
20 »	♂ de 60^{mm} à 70^{mm}	»	....	1,95

Il résulte de ce Tableau : 1° que *R. fusca* a effectivement l'intestin plus court que *R. esculenta* (différence spécifique); 2° que dans les deux espèces les mâles ont l'intestin plus court que les femelles (différence sexuelle); 3° qu'à égalité de sexe et d'espèce les individus de grande taille ont l'intestin relativement plus long que ceux de petite taille.

(1) E. BABAK, *Ueber den Einfluss der Nahrung auf die Länge des Darmkanals* (*Biolog. Centralbl.*, Bd. XXIII, 1903). — *Experimentelle Untersuchungen über die Variabilität der Verdauungsröhre* (*Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen*, Bd. XXI, 1906).

(2) EMILE YUNG, *De l'influence du régime alimentaire sur la longueur de l'intestin chez les larves de* Rana esculenta (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904). — *De l'influence de l'alimentation sur la longueur de l'intestin* (*Comptes rendus du sixième Congrès international de Zoologie*, Berne, 1904).

B. — *Variations saisonnières.*

A égalité de taille et de sexe, les Grenouilles de printemps mesurées à la fin de leur sommeil hivernal ont l'intestin relativement plus court que les Grenouilles d'automne mesurées à la fin de leur période d'activité alimentaire.

20	*R. esculenta*	♀ de 60mm à 70mm	mesurées	en avril	ont donné le rapport..	3,82
20	»	♀ de 60mm à 70mm	»	en octobre	» ..	4,09
20	»	♂ de 60mm à 70mm	»	en avril	» ..	2,87
20	»	♂ de 60mm à 70mm	»	en octobre	» ..	3,12

Les variations saisonnières mises en évidence par ces mesures se sont retrouvées chez *Rana fusca;* elles doivent être attribuées à ce que les Grenouilles du printemps ont jeûné pendant l'hiver. Je montrerai, en effet, dans une prochaine Note, que le jeûne expérimental imposé à des Grenouilles pendant l'été a pour effet de raccourcir leur intestin.

Conclusions. — Aux facteurs, déjà connus, capables d'influer sur la longueur de l'intestin chez les Grenouilles, il faut ajouter : la taille, le sexe, la saison (ce dernier se confondant avec l'activité ou le repos du canal digestif).

PHYSIOLOGIE. — *Action sur le cœur de certains ions métalliques introduits par électrolyse dans l'organisme.* Note de M. **Jean Gautrelet**, présentée par M. Yves Delage.

Nous avons étudié l'action qu'exercent sur le cœur de la grenouille un certain nombre d'ions appartenant aux métaux des diverses classes. Par électrolyse nous dissocions l'ion métal du chlorure et l'introduisons ainsi dans l'organisme sans préjuger naturellement des reconstitutions moléculaires postérieures. La technique est la suivante :

La grenouille est attachée à un chevalet en verre et placée à cheval sur deux vases renfermant l'un de l'eau légèrement additionnée de NaCl, l'autre le sel en solution à 3 pour 100, et où plongent les deux pattes postérieures de l'animal. Un rhéostat de Bergonié permet de graduer l'intensité d'un courant de 110 volts. Un milliampèremètre intercalé dans le circuit nous rend compte de l'intensité du courant (3 milliampères). Les électrodes sont en charbon pur.

Les mouvements du cœur de la grenouille mis à nu étaient enregistrés à l'aide du cardiographe de Marey. Malgré l'intensité du courant très faible en des temps relativement courts, l'action des divers ions fut des plus caractéristiques.

Ne pouvant donner ici les protocoles d'expériences (qui seront publiés ultérieurement dans les *Archives d'Électricité médicale*), nous exposerons nos conclusions.

Le potassium, le cuivre, le mercure sont essentiellement des poisons de la fibre myocardiaque. C'est un tracé de fatigue musculaire que nous obtenons avec les ions de ces métaux. En des temps variant entre 2 heures (Hg) et 4 heures (K), le cœur est arrêté complètement, après avoir présenté de nombreux troubles allorythmiques constants, manifestant les différences de contractilité locale du myocarde.

Le magnésium, au contraire, intoxique le cœur, par l'intermédiaire de l'appareil nerveux. Si, au bout de 5 ou 6 heures, le tracé se présente sous forme d'une ligne droite, 1 heure auparavant encore, il traduisait les systoles, irrégulières certainement quant au rythme surtout diminué, mais d'une intensité parfois égale, ou à peu près, à celles du début. Donc, pas de courbe de fatigue, allorythmie variable, inconstante. Le magnésium est bien, comme les auteurs l'avaient indiqué d'ailleurs déjà, un poison nerveux du cœur.

Le fer III (dissocié du perchlorure) paralyse le myocarde et intoxique le système nerveux. Le double mécanisme entre en jeu.

Le calcium et le fer II (dissocié du protochlorure) sont avant tout des ions toniques du myocarde. L'introduction électrolytique de leurs ions nous a donné, en 1 heure environ, des amplitudes cardiaques fort accrues, parfois doubles de la normale. La suppression du pneumogastrique par l'atropine n'a pas modifié ces résultats. Mais, à forte dose, ces métaux sont des poisons nerveux et l'animal meurt, en général, vers la quatrième heure, son cœur continuant à battre énergiquement.

Enfin, le sodium et l'argent sont relativement indifférents pour le cœur. Le tracé cardiographique est sensiblement le même après 5 heures. Cependant, le sodium, suivant la dose, agirait quelquefois plus ou moins favorablement sur le myocarde ; l'argent, au contraire (dissocié de l'azotate), sur l'appareil nerveux.

MÉDECINE. — *Présence de tréponèmes pâles de Schaudinn dans l'appendice d'un fœtus hérédo-syphilitique.* Note de M. Ch. Fouquet, présentée par M. Bouchard.

Au cours de recherches que nous avons entreprises sur le tréponème pâle dans la syphilis héréditaire, nous avons eu l'occasion de constater la présence de nombreux parasites dans les parois de l'appendice cœcal. Il s'agit d'un fœtus macéré de 7 mois, qui fut expulsé à la maternité de l'hôpital

Saint-Louis. L'enfant pesait 1250^g, le placenta 500^g. La mère était syphilitique. Le foie, la rate, les capsules surrénales, examinés par M. Girauld, contenaient des tréponèmes pâles en abondance. Nous avons, de notre côté, examiné l'appendice cœcal et voici les constatations que nous avons pu faire.

Au point de vue macroscopique l'appendice cœcal et la portion du cœcum voisine ne présentaient rien d'anormal. La longueur et le volume de l'appendice étaient toutefois supérieurs aux dimensions que présentent normalement les appendices d'enfants non syphilitiques. C'est là un fait qui a été observé par M. Girauld sur les petits hérédos qu'il a pu examiner.

L'examen histologique dans les points que nous avons étudiés n'a montré aucune lésion.

L'examen bactériologique nous a permis, après imprégnation de l'appendice au nitrate d'argent, de constater la présence de très nombreux tréponèmes.

Ces parasites occupaient surtout la tunique muqueuse de l'appendice; en certains points ils formaient comme des franges vrillées dont une extrémité était fichée dans la paroi, et l'autre était libre dans la cavité appendiculaire.

Les follicules clos en contenaient aussi en très grande abondance. Les capillaires étaient entourés d'un cercle très net de parasites.

La tunique musculaire présentait aussi des parasites. En dehors d'elle, on n'en trouvait plus et la tunique séreuse en était complètement dépourvue.

Dans la lumière de l'appendice, mêlés au mucus intestinal, on pouvait apercevoir quelques rares parasites.

Cette constatation nous semble avoir une grande importance. Dès 1904, M. le professeur Gaucher, notre maître [1], dans une série de publications, a, à la suite d'observations cliniques, émis l'hypothèse que la syphilis était la cause commune de l'appendicite.

Les appendicites, dites *familiales*, en particulier, rentreraient dans le cadre des appendicites d'origine syphilitique.

RADIOGRAPHIE. — *Au sujet de la possibilité d'établir le diagnostic de la mort réelle par la radiographie.* Note de M. **Ch. Vaillant**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans ma Note présentée, à la séance du 18 novembre dernier, par M. le professeur Perrier, j'ai mentionné à la fin de la seconde page, pour en con-

(1) Gaucher, *Soc. Dermat.*, 4 avril 1904; *Presse médicale*, 1904, n° 32, p. 253; *Gaz. des hôpitaux*, 9 nov. 1905; *Annales des maladies vénériennes*, septembre 1907, n° 9, p. 656; *Congrès de New-York*, 1907.

tredire les conclusions, le travail publié par le Dr de Bourgade La Dardye, dans le Journal *Les rayons X* du 23 avril 1898; j'ai donc lieu de m'étonner d'une réclamation de priorité, que la lecture de ma Note suffit à faire tomber.

A la vérité, dans sa lettre à l'Académie des Sciences, M. de Bourgade, qui, en 1898, dans sa Note basée sur l'observation d'un seul cas, donnait exclusivement la radiographie du thorax, comme capable de donner un signe de la mort, ajoute « que c'est encore lui qui a signalé la visibilité de l'intestin après des recherches faites en 1898 dans le laboratoire du Dr Poirier, à la Faculté de Médecine ».

Mais, ni auprès des anciens collaborateurs du regretté professeur Poirier, ni dans une publication quelconque de M. de Bourgade, je n'ai pu trouver une indication relative à cette assertion.

A l'article publié à la Société de Biologie en avril 1898, au sujet du cas Poinsignon, était jointe une radiographie du thorax de l'individu, décédé depuis 7 jours, et c'était par la forme bien nette du sac péricardique et du contour du diaphragme que l'auteur tirait ses conclusions par comparaison avec deux autres radiographies prises sur des sujets vivants; ces radiographies étant moins nettes que celle exécutée sur le cadavre lui auraient suffi pour établir une nouvelle méthode.

Dans ma précédente Communication, j'ai démontré que les examens des membres, de la tête, de la cage thoracique, ne donnaient aucun renseignement.

Sur des radiographies de cages thoraciques exécutées sur des sujets non tuberculeux, les deux premiers vivants, le troisième mort, il n'y a aucune différence entre les diagrammes.

Quand les sujets vivants ont des mouvements respiratoires très faibles, le contour antérieur de la cage thoracique se lit aussi facilement que la partie postérieure du thorax qui se trouve en contact avec la plaque; il en est de même du sac péricardique dont le contour est excessivement net; sur la radiographie cadavérique aucun renseignement supplémentaire.

Sur certains sujets tuberculeux vivants ou morts, l'opacité des poumons est telle que le sac péricardique ne se lit pas du tout; ceci prouve à l'appui de ma thèse que les radiographies de la cage thoracique ne peuvent fournir aucun renseignement, étant données les altérations des poumons qui, dans certains cas, empêchent toute visibilité du sac péricardique. Ce signe étant celui décrit par l'auteur de la réclamation, m'oblige à faire remarquer qu'on ne peut tirer aucune conclusion d'un tel examen.

Il ne reste donc que la méthode qui consiste à radiographier la masse intestinale, procédé décrit par moi dans une précédente séance.

Sur ce sujet, M. de Bourgade n'a rien publié, à ma connaissance, et n'indique lui-même aucune publication.

GÉOLOGIE. — *Sur un cas de dédoublement du thalweg d'une vallée par l'intervention d'une coulée volcanique (Sardaigne)*. Note de M. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

J'ai observé récemment en Sardaigne un cas intéressant de modification dans le profil transversal d'une vallée, modification due à l'invasion d'une coulée basaltique dans le thalweg.

La coulée en question, longue de plus de 9^{km} et que j'ai signalée ici même [1], part des fentes qui traversent les cônes volcaniques du Monte San Matteo et du Farighesu près de Ploaghe. En suivant cette coulée vers l'ouest-nord-ouest de Ploaghe on la voit s'enfoncer dans l'axe d'une large vallée dont les pentes atteignent une altitude de 650^m en moyenne au Nord, où elles sont constituées par des masses superposées de trachytandésites et de tufs couronnés par les andésites à olivine que j'ai déjà signalées [2], tandis qu'au Sud le versant qui s'élève à 350^m d'altitude maximum est constitué par les calcaires miocènes burdigaliens et helvétiens butant par faille sous le basalte contre les trachytandésites antéburdigaliens du versant Nord. A $1^{km},5$ de Ploaghe apparaissent à droite et à gauche de la coulée deux vallées parallèles, limitées chacune d'un côté par l'escarpement de la coulée basaltique, de l'autre par un des versants de la vallée principale. Séparées au début par un intervalle de 1400^m, largeur de la coulée, elles finissent par n'être plus distantes que de 500^m. Seule la coulée, épaisse d'une trentaine de mètres, les sépare. Chacune de ces deux vallées dissymétriques est occupée par un cours d'eau, les Rius de Montes et Baddesaina qui se réunissent en une seule rivière, le Riu Mascari, dès que cesse la coulée, à Campomela.

Si l'on descend dans chacune de ces vallées secondaires on voit que le basalte repose par endroits sur des graviers et sables fluviatiles quaternaires identiques à ceux du Campu de Chilivani et dont la surface de contact avec le basalte représente le fond de l'ancienne vallée avant l'épanchement du basalte.

Dès lors on se rend facilement compte du processus de creusement de la

---

(1) J. Deprat, *Les volcans du Logudoro et du Campu d'Ozieri* (*Comptes rendus*, 27 mai 1907).

(2) J. Deprat, *Les éruptions posthelvétiennes antérieures aux volcans récents dans le nord-ouest de la Sardaigne* (*Comptes rendus*, 17 juin 1907).

vallée depuis l'épanchement de la coulée. A la fin de l'époque pléistocène existait déjà une large vallée, profonde d'environ 500^m, à peu de chose près identique à la vallée actuelle, *à thalweg unique*. Au début des temps modernes survinrent les éruptions basaltiques et une épaisse et large coulée remplit la partie supérieure de la vallée jusqu'à une hauteur de 30^m à 40^m, sur une longueur d'une dizaine de kilomètres. L'attaque par les eaux courantes s'effectua alors à droite et à gauche de la coulée, d'une part à son contact avec les calcaires du versant Sud, de l'autre au contact des tufs trachytandésitiques, les uns et les autres moins durs que le basalte. Ainsi se sont creusés dans la vallée principale deux thalwegs parallèles, ne dépassant pas 50^m de profondeur, formant deux vallées secondaires semblables et dissymétriques, en réalité accidents de la vallée principale qui se continue par la vallée du Riu Mascari d'une façon normale. C'est ainsi qu'on constate aujourd'hui l'existence d'une vallée *à deux thalwegs*, pourtant œuvre uniquement de l'eau courante, mais rappelant dans son ensemble le profil de certaines vallées où l'intervention des glaciers a joué un rôle.

Il nous a paru intéressant de signaler ce cas de modification topographique dû à une action volcanique, transformant une vallée normale à un thalweg en une vallée à deux thalwegs sur une longueur assez grande.

A 5 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 DÉCEMBRE 1907.

Les hydrates de carbone, leur transformation. Considérations sur le diabète et son traitement, par F.-W. PAVY; Ouvrage traduit par le Dr DOUGLAS-AIGRE, avec 8 planches photomicrographiques. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard pour le Concours du prix Montyon, Médecine et Chirurgie, de 1908.)

L'athérome aortique chez l'homme et les animaux, par le Dr Victor Ball. Paris, A. Maloine, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La cryptodaxie, par Jules Fouquet. Cannes, V. Guiglion, 1907; 1 fasc. in-8°.

Cours de Physiologie moléculaire fait au Doctorat en Sciences botaniques en 1903, par Léo Errera. Leçons recueillies et rédigées par H. Schouteden. Bruxelles, Henri Lamertin, 1907; 1 vol. in-4°.

La peste bubonica. Memoria sobre la epidemia ocurrida en Porto en 1899, por Jaime Ferrand, y Federico Vinas y Cusi, y Rosendo de Grau. Barcelone, 1907; 1 vol. in-4°.

Proceedings of the Royal Society of Medicine ; t. I, n° 1, novembre 1907. Londres, Longmans Green et Cie; 1 vol. in-8°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz; neue Folge. Sept feuilles de divers formats.

Sveriges Geologiska Undersökning. 4 feuilles in-plano.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'*Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg;* t. XIII, n° 1. Saint-Pétersbourg, 1907; 1 fasc. in-4°.

The Institution of mechanical Engineers. Proceedings, 1907, parts 1-2. Londres; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 25 novembre 1907.)

Note de M. *P. van Romburgh,* Sur le lupéol :

Page 929, ligne 1, *au lieu de* acide osmique, *lisez* acide usnique.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 DÉCEMBRE 1907.

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce la mort de M. **Janssen**, Membre de la Section d'Astronomie, et de Lord **Kelvin**, Associé étranger, dans les termes suivants :

Deux grands deuils viennent de frapper encore notre Compagnie. M. Janssen a succombé ce matin à l'Observatoire de Meudon et les funérailles de Lord Kelvin, décédé depuis plusieurs jours, ont lieu en ce moment même à l'Abbaye de Westminster.

Lord **Kelvin**, à qui l'Angleterre rend aujourd'hui son dernier hommage par ces obsèques nationales, était entré dans notre Compagnie au titre d'Associé étranger, en 1877, alors qu'il portait encore les titre et nom de Sir William Thomson.

A ces obsèques, l'Académie des Sciences est représentée par trois de ses Membres : MM. Darboux, Secrétaire perpétuel, Becquerel, Vice-Président, et Lippmann, Membre de la Section de Physique générale.

L'Académie s'associe, du reste, tout entière à cette manifestation du deuil de la Science et votre Président a le devoir de le proclamer hautement.

Mais il ne s'arrogera pas le droit de rappeler à cette occasion les titres considérables qui ont valu à notre illustre Associé les honneurs exceptionnels qui sont venus le chercher dans la vie et dans la mort. La Section compétente confiera prochainement à l'un de ses Membres le grand et périlleux honneur de faire devant vous le panégyrique de ce grand physicien. Il n'appartient à aucun autre de rappeler ici comment Lord Kelvin a été à la fois l'un des plus remarquables théoriciens de la science de l'énergie, pour employer le langage de son collaborateur Tait, et un électricien praticien des plus avisés, dont les merveilleuses aptitudes ont introduit de prodigieux

progrès dans la construction des instruments consacrés à l'étude et à l'exploitation du Magnétisme et de l'Électricité, ainsi que dans l'installation des câbles sous-marins qui établissent les communications télégraphiques entre les plus lointains continents.

Qu'il me soit permis seulement d'exposer quelques souvenirs personnels sur les circonstances dans lesquelles j'ai pris contact avec l'œuvre d'abord, la personne ensuite de Lord Kelvin et où se traduisent la haute estime et la grande sympathie qu'il avait pour la science et les savants de notre pays.

Un séjour à Londres, en 1855, m'a valu l'avantage d'être initié un peu plus tôt que la plupart des biologistes français aux recherches de William Thomson sur la théorie dynamique de la chaleur. Il était déjà depuis plusieurs années professeur de philosophie naturelle à l'Université de Glasgow et avait mis au jour la plupart de ses contributions à la *conservation de l'énergie*, ses *transformations*, sa *dissipation*. Elles étaient connues de quelques jeunes gens de l'entourage de Tyndall, qui étaient venus chercher auprès de moi des renseignements sur une traversée inédite des glaciers des Alpes dauphinoises, signalée à leur attention par un entrefilet du *Moniteur officiel*. Les hasards de la conversation les amenèrent à me parler de ces nouveautés. Désireux de m'être agréable, ils m'apprenaient que, dans les Communications faites par William Thomson, à la Société royale d'Édimbourg, sur la question thermodynamique, il était fait mention avec les plus grands éloges d'un travail français, œuvre de Sadi Carnot, dont nous soupçonnions à peine l'existence en France, quoique Clapeyron eût déjà signalé en 1834 la valeur des *Réflexions sur la force motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*.

Près d'un demi-siècle après, nous avions l'immense plaisir d'entendre, dans la séance solennelle de la célébration du Centenaire de la fondation de l'Institut de France, Lord Kelvin lui-même, après avoir témoigné sa reconnaissance à la mémoire de Regnault et de Liouville, dont il avait suivi les enseignements en 1845, s'exprimer ainsi : « Un an plus tard encore, la *Puissance motrice du feu* de l'immortel Sadi Carnot m'a révélé les résultats si pratiques et si profondément ultra-théoriques de son génie pénétrant. »

Celui de William Thomson ne l'était pas moins, comme ont pu s'en convaincre tous ceux qui, désireux de s'assimiler l'histoire de la théorie mécanique de la chaleur, ont remonté aux sources, c'est-à-dire aux documents originaux. La part importante qui appartient à William Thomson dans la détermination et la formule des lois de la Thermodynamique s'y révèle avec la plus grande netteté.

La Physiologie est intéressée presque autant que la Physique et la Mécanique à la théorie dynamique de la chaleur. Je suis de ceux que n'ont pas rebutés les difficultés, insoupçonnées généralement, qui sont attachées à l'introduction, dans le champ de la Biologie, des principes relatifs à la conservation et à la dissipation de l'énergie, principes à l'établissement desquels les brillants travaux de Lord Kelvin ont si largement contribué. Or, il s'est rencontré que j'ai fait la connaissance de notre génial Associé dans un milieu et un moment où j'expérimentais justement pour appliquer ces principes aux transformations énergétiques liées à la contraction musculaire.

C'était pendant les premières années qui ont suivi mon transfert de Lyon à Paris. Ici, je me trouvais sans laboratoire et privé de tous moyens d'études. J'avais trouvé l'hospitalité chez mon collègue et confrère Edmond Becquerel, au laboratoire de Physique du Muséum, dans l'ancienne maison de Cuvier, qui venait d'y être annexée en grande partie. Dans une des pièces vacantes, M. Henri Becquerel, assistant de son père, m'avait installé un excellent galvanomètre Thomson, qui devait me permettre de mesurer les plus faibles courants thermo-électriques. A l'aide de cette mesure, je me proposais de déceler les différences d'échauffement qui surviennent dans les muscles de grenouille mis en contraction statique, quand l'allégement ou l'accroissement de la charge soutenue permet au muscle de se raccourcir en exécutant du travail moteur ou positif, ou de s'allonger en faisant du travail résistant ou négatif.

J'étais occupé un jour à ces installations quand Lord Kelvin, amené par nos confrères Becquerel à leur laboratoire, pour lui montrer quelques phénomènes nouveaux de phosphorescence ou de fluorescence, fut introduit par eux dans mon local. Il put voir que le but de ma recherche rentrait dans le cadre de ses investigations d'antan sur la chaleur qui se transforme en travail mécanique, ou inversement sur le travail mécanique qui se transforme en chaleur.

De plus, Lord Kelvin avait pu constater que l'outil essentiel employé à cette recherche était l'un de ceux que la Science doit à son esprit d'invention, peut-être même un outil sorti directement des ateliers qu'il avait organisés à Glasgow. C'est une rencontre qu'il était exposé à faire bien souvent de tous côtés, par exemple dans toutes les marines du monde, où son compas, merveilleusement défendu contre les perturbations dues au magnétisme du navire, a rendu les plus signalés services.

Du passage de Lord Kelvin dans cette chambre du laboratoire des Bec-

querel, j'ai conservé et conserverai toujours le plus religieux souvenir : un souvenir qui rappelle notre grand associé sous son double aspect de grand-prêtre de la philosophie naturelle et de grand applicateur des principes dérivés de cette philosophie naturelle à l'amélioration du bien-être des sociétés humaines.

Lord Kelvin, en mourant, excite les regrets du monde entier. C'est un astre éclatant qui s'éteint dans le ciel de la Science. Heureusement cet astre y était placé si haut que sa lumière continuera à éclairer et à guider les savants dans leurs recherches pendant de bien longues années.

Janssen était le doyen des Membres de notre Académie. Il l'était par la date de sa nomination s'il ne l'était pas tout à fait par l'âge. Au cours de sa longue carrière il s'était acquis, parmi nous et dans l'univers scientifique, la plus grande et la plus légitime notoriété. Il avait été l'un des créateurs de l'Astronomie physique, à laquelle il s'est consacré presque exclusivement pendant les cinquante années de sa vie scientifique.

Pour l'avancement de la science à laquelle il s'est ainsi donné, Janssen développa une activité et une énergie qui étaient devenues légendaires. On le voit provoquer ou accepter des missions qui le promènent dans les deux Amériques, en Asie de l'Inde au Japon, en Océanie des Carolines aux Sandwich, en Algérie, aux Açores, en Grèce, en Italie, en Suisse. Il ne redoute même pas les ascensions de montagnes, qui semblaient lui être interdites par sa claudication. Les alpinistes apprenaient un jour avec le plus profond étonnement que Janssen s'était fait porter en litière-chaise au sommet du mont Blanc. Il ne fut pas effrayé davantage par les ascensions en ballon. C'est, en effet, un aérostat qui l'emporte, en 1870, hors de Paris assiégé et lui permet de se rendre à Oran, où il y avait à observer une éclipse de Soleil.

Quels vigoureux efforts n'eut-il pas, d'autre part, à faire pour obtenir et réaliser la création de l'Observatoire d'Astronomie physique de Meudon et de celui du mont Blanc!

Cette activité prodigieuse, servie par la plus pénétrante intelligence, fut d'une grande fécondité. Elle apporta à l'Astronomie physique de très précieuses contributions.

De l'analyse spectrale, inaugurée à Heidelberg par Kirchhoff et Bunsen, dans ses applications à l'étude de la Chimie solaire, Janssen sut tirer la mémorable découverte des *raies telluriques* qui s'ajoutent aux *raies solaires*

proprement dites au passage de la lumière du Soleil à travers l'atmosphère terrestre.

Les recherches de Janssen sur cette importante question représentent une somme énorme de travail. Il a multiplié non seulement ses observations, mais encore ses expériences (car Janssen a su faire de l'astronomie expérimentale) en en variant les conditions. Toute la précision désirable a été donnée à la connaissance du *spectre tellurique* et à la démonstration de la réalité de son origine terrestre. C'est surtout sur le rôle considérable joué par la vapeur d'eau dans la formation de ce *spectre tellurique* que Janssen s'est appesanti et qu'il a fait ses observations et ses expériences les plus remarquées.

Muni de ces précieuses notions, Janssen pourra affirmer qu'il n'existe dans le Soleil ni oxygène ni vapeur d'eau. Et en les établissant, il aura préparé la comparaison de la composition de notre atmosphère avec celles des autres corps planétaires : telles l'atmosphère de Mars et celle de Saturne, où Janssen a constaté l'existence de la vapeur d'eau.

On sait aussi comment notre confrère arriva à la célèbre découverte du moyen de faire servir l'analyse spectrale à l'étude des protubérances et des phénomènes circumsolaires, en dehors des rares et fugitives occasions des éclipses qui rendent ces phénomènes apparents. La même méthode lui permettait de démontrer plus tard que le superbe phénomène de la *couronne* des éclipses totales est dû à l'immense enveloppe gazeuse dont il a démontré l'existence et à laquelle Janssen a donné le nom d'*atmosphère coronale*.

Un autre des grands titres scientifiques que s'est acquis Janssen, c'est l'immense progrès qu'il a réalisé, en Astronomie, par l'inscription photographique des diverses phases du passage de Vénus sur le Soleil, à l'aide de l'instrument qu'il a appelé *revolver photographique*.

A Meudon, Janssen s'est appliqué tout particulièrement à la Photographie solaire et à la détermination des conditions qui permettent d'obtenir des images donnant tous les détails de la surface de l'astre.

Les spécialistes, en faisant l'éloge de Janssen, développeront la très intéressante histoire de ces importantes conquêtes. En ce moment, il n'y a qu'à les signaler, pour rappeler qu'elles font le plus grand honneur à notre Compagnie et à la Science française. Pour le grand bénéfice que nous en avons tiré, nous devons notre reconnaissance à la mémoire de notre illustre confrère et le témoignage de notre respectueuse sympathie à Mme et à Mlle Janssen, dont l'Académie partage la douleur.

Je lève la séance en signe de deuil.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *Bienaymé*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

Sir George Darwin obtient	. . . .	44	suffrages
Lord Brassey	»	1	»

Sir **George Darwin**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce et de l'Industrie** invite l'Académie à dresser une liste de deux ou trois candidats à la Chaire de Métallurgie et travail des métaux, vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers, par suite du décès de M. *U. Le Verrier*.

(Renvoi aux Sections de Chimie et de Minéralogie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Leçons sur la viscosité des liquides et des gaz*, par Marcel Brillouin. Seconde Partie : *Viscosité des gaz. Caractères généraux des théories moléculaires*. (Présenté par M. Maurice Levy.)

2° *Le plateau central nigérien*, par Louis Desplagnes.

3° *Études de Paléontologie tunisienne*. I : *Céphalopodes des terrains secondaires*, par L. Pervinquière. (Texte et atlas.)

MM. **Borel**, **Gain**, **Giacobini**, **Maurice Nicloux**, **J.-J.-H. Teall**, **Pierre Weiss** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure sur le Soleil, les 13-14 novembre 1907, à l'Observatoire d'Aoste (Italie).* Note de M. **M. Amann**, transmise par M. Wolf.

L'observation du passage de Mercure sur le Soleil a été favorisée par un ciel entièrement découvert. Malgré la forte agitation de l'atmosphère, les quatre contacts ont pu être notés avec assez de précision.

Les observations ont été faites par vision directe à l'équatorial de 170^{mm} d'ouverture et par projection à l'équatorial de 108^{mm}. De plus, une excellente lunette de 81^{mm} d'ouverture et de 1^{m} de longueur focale avait été fixée au 17^{cm}, pour servir d'instrument de comparaison.

I. *Équatorial de* 170^{mm} *d'ouverture et de* $2^{m},02$ *de longueur focale* (observateur : M. M. Amann). — L'ouverture utile avait été réduite à 54^{mm}; les grossissements employés furent de 78 et 160 fois.

Les contacts ont été notés à cet instrument aux heures suivantes (lues par M. Méreau) en temps moyen local :

	h m s
Premier contact..................	22.53. 7
Deuxième contact................	22.55. 5
Troisième contact................	2.17.21
Quatrième contact...............	2.19.18

Longitude d'Aoste : $0^{h}19^{m}53^{s}$ E. de Paris.

Remarques : *Ligament.* — Une vingtaine de secondes avant le deuxième contact, il se forma un ligament noir, aussi noir que la planète elle-même. De même, avant le troisième contact le ligament réapparut, plus étendu, mais beaucoup moins sombre que la première fois.

Point lumineux. — Au premier examen du disque de Mercure, je constatai l'existence d'une tache centrale très brillante. Circulaire au commencement du passage, elle présenta plus tard, avec un oculaire plus fort, l'aspect de deux canaux brillants, allant, l'un de l'Est à l'Ouest d'un bout à l'autre du diamètre, et le second, perpendiculaire au premier, du centre au bord inférieur. Cette tache était tout à fait indépendante du bouillonnement; elle a été remarquée aussi par l'un de mes confrères, M. Engasser, qui, sans en connaître d'avance l'existence, me la signala au premier moment. A la lunette de 81^{mm}, je l'ai vue de même très nettement, ainsi que mon aide, L. Rozet, qui la constata encore au chercheur de 40^{mm}.

Forme du disque. — Le disque de Mercure me parut tout d'abord parfaitement rond. Mais un examen attentif de sa forme, fait vers le milieu du passage, me montra avec évidence un léger aplatissement dans la direction NO-SE. La valeur de cet apla-

tissement, mesuré sur un dessin aussi exact que possible, est de $\frac{1}{35,7}$; l'angle que le plus grand diamètre fait avec le mouvement diurne est d'environ 60°.

Couleur de Mercure. — Aucune teinte n'a été remarquée sur le disque, qui a toujours paru d'un noir plus foncé que celui des noyaux des taches solaires alors visibles.

Anneaux. — Pendant la seconde moitié du passage, je remarquai avec persistance autour du disque de Mercure une auréole lumineuse, égale en intensité aux facules. Sa largeur ne dépassait pas le dixième du diamètre. Par moments, cette auréole semblait elle-même être entourée d'un anneau sombre d'égale largeur.

Examen au spectroscope. — Sur le spectre, le disque de Mercure produisit une bande longitudinale nette et foncée dans sa partie supérieure; faible et estompée, au contraire, dans sa partie inférieure. Cette bande offrait de grandes ressemblances avec celle que produirait une tache solaire bordée d'une pénombre d'un seul côté.

II. *Équatorial de* 108^{mm} *d'ouverture et de* $1^{m},08$ *de longueur focale* (observateurs : MM. Jehl, directeur de l'Observatoire, et L. Rozet). — Grossissement : 56 fois.

Cet instrument a servi pour l'observation par projection tant des contacts que des autres détails du passage. Les quatre contacts, observés par L. Rozet, eurent lieu aux heures suivantes, notées par M. Jehl :

	Temps moyen d'Aoste.
	h m s
Premier contact...............	22.53. 5
Deuxième contact..............	22.55. 7
Troisième contact..............	2.17.20
Quatrième contact.............	2.19.17

L'heure du deuxième contact correspond à l'instant où le ligament a quitté le bord du Soleil. Ce ligament, aussi noir que le disque de la planète, donnait à celui-ci un aspect piriforme. Pour le troisième contact, il n'a pas été tenu compte du ligament, peu intense d'ailleurs et assez semblable à une pénombre de tache solaire.

M. Jehl aperçut, dès le début, la forme allongée du disque noir; mais plus tard il n'eut plus l'impression d'un aplatissement. Détail à remarquer cependant, c'est que la direction de l'aplatissement observé par lui coïncide tout à fait avec celle notée par moi-même.

III. *Lunette méridienne* (observateur : M. M. Amann). — L'ouverture (51^{mm}) de cet instrument avait été réduite à 27^{mm} et couverte d'un treillis métallique; l'oculaire employé donnait un grossissement de 34 fois.

Le passage au méridien du premier bord du Soleil et du premier bord de Mercure a été observé aux heures suivantes, lues par M. Jehl :

	Temps moyen d'Aoste.
	h m s
Soleil, 1er bord	23.43.14,5
Mercure, 1er bord.............	23.45. 3,9

Mercure n'a pas été aperçu en dehors du disque solaire.

NAVIGATION. — *Sur la compensation d'un compas électromagnétique pour blockhaus cuirassés et pour sous-marins.* Note [1] de M. **Louis Dunoyer**, présentée par M. E. Guyou.

Supposons le transmetteur [2] placé en un point quelconque du navire. Lorsque l'induit tournant est en mouvement, le point de croisement des traits lumineux a pour coordonnées

$$(1) \qquad \begin{cases} x = A\cos\zeta' = q\,F\cos\zeta', \\ y = A\sin\zeta' = q\,F\sin\zeta', \end{cases}$$

ζ' désignant le cap au compas qui se confond avec le cap magnétique ζ si le champ, d'intensité F au centre du transmetteur, est dirigé vers le Nord.

On a $q = \frac{4NSG}{r}$ (N nombre de tours par secondes, S surface totale des spires tournantes, G sensibilité du galvanomètre, r résistance totale du circuit). Le coefficient A n'est donc le même pour les deux circuits que si $\frac{SG}{r} = \frac{S'G'}{r'}$.

Le commandant Guyou a montré [3] que F peut être décomposée en trois forces F_1, F_2, F_3 d'intensités constantes; F_1 étant fixé dans l'horizon, F_2 dans le navire et F_3 par rapport à des axes ON', OE' tels que ON' est symétrique de l'axe ON dirigé vers le Nord par rapport à l'axe longitudinal OX du navire, et OE' symétrique de l'axe OE dirigé vers l'Est par rapport à l'axe transversal OY du navire.

Il résulte des formules (1) que le point (x, y) est l'extrémité d'un contour formé des trois vecteurs aF_2, aF_1, aF_3, dirigés chacun parallèlement aux forces F_2, F_1, F_3 et sommés géométriquement à partir du centre O de la glace dépolie comme origine. Le point de croisement des traits lumineux décrit donc le dygogramme elliptique du commandant Guyou.

---

(1) Présentée dans la séance du 16 décembre 1907.

(2) Voir *Comptes rendus* du 9 décembre 1907.

(3) *Description et usage des instruments nautiques*, 1889.

Or on sait que, connaissant ce dygogramme, on connaît tous les éléments de la compensation par des globes de fer doux et des aimants. Remarquons qu'ici *nous obtenons le dygogramme comme résultat immédiat de l'expérience : un tour d'horizon, sans prendre aucun relèvement, en fournit en quelques minutes le tracé continu.*

De sorte qu'un navire, obligé par une circonstance quelconque de quitter subitement une rade sans compenser ses compas (opération qui demande actuellement au moins une journée), *et que l'état du ciel empêcherait en cours de route d'effectuer la compensation d'un compas Thomson, pourra, en quelques minutes, avoir un compas compensé* ([1]).

En effet : 1° Le grand axe de l'ellipse correspond au plan de symétrie apparente des fers doux. Soit ζ_0 l'angle que fait cet axe avec Ox. On le mesure sur le graphique et l'on fait tourner le transmetteur tout entier de l'angle ζ_0; la paire de balais, située tout à l'heure dans le plan de symétrie longitudinal, est maintenant dans le plan de symétrie des fers doux.

2° Soient L et M les demi-axes de l'ellipse. On a, en négligeant la composante, toujours extrêmement petite, de la force F_1, vers l'Est,

$$L = q(F_1 + F_3), \qquad M = q(F_1 - F_3),$$

d'où

$$\frac{F_3}{F_1} = \frac{L - M}{L + M}.$$

Mais $\frac{F_3}{F_1}$ est le sinus de la déviation quadrantale maxima; c'est aussi *la puissance compensatrice* ([2]) de la paire de globes capables de compenser cette déviation en plaçant la ligne de leurs centres perpendiculairement au plan de symétrie apparente des fers doux. On mesure $\frac{L-M}{L+M}$; on calcule l'angle dont cette quantité est le sinus, et l'on trouve dans des Tables ([2]) le diamètre des globes à employer, et la distance à laquelle il faut mettre leurs centres du centre du transmetteur pour compenser F_3.

3° On fait un second tour d'horizon. On obtient un nouveau dygogramme qui doit être circulaire. Son centre est l'extrémité du vecteur qF'_2, F'_2 étant la force qui représente le magnétisme permanent, une fois les sphères placées. Soient ξ, η les coordonnées du centre; étant à un cap quelconque,

---

([1]) Indépendamment de la commodité, cet avantage peut être précieux, par exemple quand, après un combat, les vibrations énergiques de toutes les parties du navire en ont changé le magnétisme.

([2]) E. Guyou, *Manuel des instruments nautiques*, 1899.

on déplacera l'image parallèle à Ox de $-\eta$ au moyen d'un barreau aimanté transversal, puis l'image parallèle à Oy de $-\xi$ au moyen d'un barreau longitudinal.

La compensation est effectuée : un nouveau tour d'horizon doit donner un cercle ayant pour centre le centre de la rose.

De plus, quand l'image parallèle à Ox est sur cet axe, on sait que le plan de symétrie apparente des fers doux est dirigé au Nord. On connaît donc le Nord magnétique, sans avoir eu à prendre aucun relèvement.

Signalons en passant que cet instrument, qui donne si rapidement le tracé du dygogramme, pourrait rendre des services pour trouver dans un navire en armement le meilleur emplacement à choisir pour un compas. La demi-somme des axes est égale, en effet, à $q\lambda H$. Connaissant à l'avance q et H, on connaîtra λ. Si l'on veut seulement comparer entre eux divers endroits du bord, on n'aura pas besoin de q ni de H.

Enfin, voici une méthode de réglage de l'appareil permettant d'obtenir les mêmes indications que si le champ, au centre du transmetteur, était compensé. *Cette méthode, qui ne nécessite pas l'emploi de barreaux aimantés ni de globes de fer doux, est la plus rapide et la plus simple.*

Après avoir obtenu le dygogramme, on détermine le centre ω et l'angle ζ_0. On fait tourner la monture du transmetteur de cet angle, de façon à mettre dans le plan de symétrie des fers doux la paire de balais qui était dans le plan longitudinal du navire.

Mettant ensuite le navire au cap qui correspond à la plus grande valeur de x (extrémité du grand axe), on intercale des résistances dans le circuit du galvanomètre transversal, jusqu'à ce que l'image correspondante soit à une distance de ω égale au petit axe de l'ellipse. Un tour d'horizon ferait alors décrire au point (x, y) un cercle de centre ω. Enfin, étant à un cap quelconque, on décalera les équipages mobiles des galvanomètres au moyen d'un dispositif qui agit sur une des extrémités des ressorts qui fixent leurs positions d'équilibre, de manière à amener le point (x, y) au point $x-\xi$, $y-\eta$.

Un tour d'horizon donnerait alors un cercle de centre O et l'angle de Ox avec le rayon vecteur de (x, y) sera le cap à la constante ζ_0 près, déjà connue.

Un certain nombre d'expériences faites à terre, en compensant par cette méthode un système de sphères et d'aimants portés par la caisse du transmetteur et pouvant tourner avec lui dans l'horizon, m'ont montré qu'on peut obtenir la compensation complète en quelques minutes.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les diélectriques liquides*. Note de M. **Louis Malclès**, présentée par M. Poincaré.

Dans une précédente Note [1], j'ai signalé : 1° que la paraffine dure, fusible vers 72°, est dépourvue d'effet résiduel ; 2° que le phénomène de charge ou décharge résiduelle, tel qu'on l'observe sur les diélectriques solides fixés aux armatures, s'observe encore si le diélectrique est noyé dans de la paraffine et n'adhère à aucune surface métallique.

J'ai étendu ce résultat à quelques diélectriques liquides dont j'ai déterminé la constante et le résidu.

Le liquide étudié remplit une cavité cylindrique creusée dans un disque de paraffine maintenu entre les armatures d'un condensateur à anneau de garde. Le disque est légèrement évidé sur ses deux faces. Le contact avec les surfaces métalliques ne se faisant que dans la région des bords, il subsiste entre les armatures du condensateur et la paraffine une épaisseur d'air ε, bien définie, dont il sera tenu compte dans les calculs.

Appelons :

S la surface du condensateur plan ;

C la capacité par unité de longueur du condensateur cylindrique ;

+ V le potentiel du condensateur plan, — V celui du condensateur cylindrique ;

λ la longueur de la capacité cylindrique équilibrant le condensateur plan ;

e l'épaisseur de la cavité cylindrique creusée dans la paraffine ;

E l'épaisseur des parois de paraffine.

En opérant d'abord avec le disque de paraffine non rempli de liquide, puis avec le disque de paraffine rempli de liquide, on obtient l'équilibre pour les valeurs

$$\lambda = \frac{1}{4\pi C} \frac{S}{\frac{E}{k} + e + \varepsilon},$$

$$\lambda' = \frac{1}{4\pi C} \frac{S}{\frac{E}{k} + \frac{e}{x} + \varepsilon},$$

desquelles on tire k (constante diélectrique de la paraffine) et x (constante diélectrique du liquide). C peut être déterminé par une expérience dans l'air.

---

[1] *Comptes rendus*, 5 février 1907.

J'ai opéré d'abord sur deux liquides conducteurs : le mercure et l'eau distillée. Pour tous deux j'ai trouvé $\lambda' = 25^{mm}$. De plus, une fois l'équilibre atteint, j'ai supprimé, au même instant, la charge sur les deux condensateurs. Cette manœuvre n'a été suivie d'aucun effet appréciable sur l'électromètre, ce qui indique l'absence de tout résidu aussi bien pour l'eau distillée que pour le mercure.

Lorsqu'il s'agit de liquides isolants, la mesure de la constante diélectrique doit être corrigée de l'effet résiduel. J'ai mesuré la valeur de cet effet pendant la première minute qui suit la charge; soit λ_2 le déplacement du compensateur. J'ai alors équilibré toujours les capacités de façon que l'opération fût achevée exactement 1 minute après la charge; soit λ_1 la lecture du compensateur. La lecture corrigée, donnant la constante diélectrique, est $\lambda' = \lambda_1 - \lambda_2$.

J'ai opéré avec l'huile de vaseline, la benzine et l'essence de térébenthine, liquides ne dissolvant pas la paraffine. Voici les résultats :

	Benzine.	Huile de vaseline.	Essence de térébenthine.
λ_2	$6^{mm},66$	$1^{mm},23$	$5^{mm},54$
λ'	$17^{mm},34$	$16^{mm},37$	$16^{mm},71$
x	2,28	1,90	2,02

Dans une deuxième série de mesures, j'ai réalisé l'équilibre des capacités, non pas à la fin de la première minute, mais au bout d'un temps assez long pour que la surcharge lente ne subisse plus d'accroissement appréciable. Ce temps a été de 3 minutes pour la benzine, de 10 minutes pour l'essence de térébenthine et de 1 heure environ pour l'huile de vaseline. J'ai constaté qu'au bout de ce temps l'équilibre était encore atteint pour une valeur de λ très voisine de 25^{mm}, valeur identique à celle qu'avaient donnée l'eau et le mercure.

Ainsi *l'équilibre électrostatique qu'on obtient instantanément pour les liquides conducteurs est le même que celui qu'on atteint lorsque, substituant au liquide conducteur un liquide diélectrique à résidu, on attend un temps suffisant pour que la surcharge lente ne subisse plus d'accroissement sensible.*

ÉLECTRICITÉ. — *Les conditions de rendement maximum pour les appareils téléphoniques.* Note de MM. **Henri Abraham** et **Devaux-Charbonnel**, présentée par M. J. Violle.

Il y a dans chaque poste téléphonique une pile dont le courant traverse d'abord les charbons du microphone, puis le gros fil d'un transformateur.

Le fil fin de ce transformateur fait partie du circuit de la ligne, qui contient aussi les récepteurs du poste.

Sans changer les types d'appareils adoptés, on est libre de choisir les dimensions du transformateur et les caractéristiques de ses circuits, comme aussi la résistance des bobines dans les récepteurs téléphoniques.

Ces éléments ont-ils été choisis par les constructeurs de manière à fournir le maximum de puissance dans la transmission de la parole?

La question peut être tout à fait précisée en partant des données suivantes, que nous avons établies expérimentalement (1):

1° Pour un son donné, le microphone se comporte comme un alternateur sans self-induction, ayant une résistance intérieure M. Cette résistance n'est guère définie, pour un même appareil, que du simple au double; elle vaut environ une dizaine d'ohms.

2° La ligne, supposée très longue, se comporte, au départ, comme une résistance ohmique R, de l'ordre de 500 ohms, en série avec une capacité C d'une fraction de microfarad.

3° A l'arrivée, la ligne agit comme un alternateur qui aurait précisément ces mêmes caractéristiques intérieures R et C, et dont la force électromotrice serait une fraction déterminée de la force électromotrice au départ.

Moyennant ces données expérimentales, il est possible d'établir une théorie analytique complète de la transmission d'un son musical par une ligne téléphonique très longue.

Nous donnerons ici les conditions auxquelles doivent satisfaire les appareils pour que la transmission fournisse, à l'audition, un son aussi intense qu'il est possible.

Récepteurs téléphoniques. — Pour tout type de récepteurs, où l'encombrement des bobines est donné, le diamètre du fil doit être tel que la résistance de chacun des deux récepteurs soit un peu supérieure au quart de la résistance ohmique apparente R de la ligne (en y comprenant la résistance du fil fin du transformateur).

Cette règle conduit à prendre des récepteurs ayant une résistance de 100 *à* 200 *ohms.*

Rapport de transformation. — Désignons par R la résistance ohmique apparente de la ligne, et par M la résistance intérieure du microphone. La valeur la plus favorable du rapport de transformation est un peu supérieure

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXLV, 1907, p. 867 et 1153.

à la quantité

$$\sqrt{\frac{R}{2M}}.$$

Cette règle conduit à prendre un rapport de transformation voisin de 6 ou 7.

Bobinage du transformateur. — La condition de maximum est celle-ci : *l'impédance du fil fin du transformateur doit être notablement plus grande que la résistance apparente* R *de la ligne;* mais il n'y a pas grand intérêt à dépasser beaucoup cette valeur.

Dans tous les bons appareils du commerce que nous avons examinés, les trois conditions précédentes étaient généralement bien réalisées.

Dimensions du transformateur; son rendement en énergie. — Nous avons déterminé le rendement des transformateurs téléphoniques en mesurant l'amplitude et la phase des courants et des forces électromotrices primaires et secondaires de l'appareil en ligne.

Le rendement de tous les transformateurs téléphoniques industriels que nous avons eus entre les mains était inférieur à 60 pour 100.

Ce rendement médiocre tient à ce que les transformateurs des appareils téléphoniques sont trop petits.

Une fois averti, rien n'est plus facile que de réaliser des bobines de transformation qui ne soient ni encombrantes ni dispendieuses (¹), dont le rendement atteigne 90 pour 100, et qui augmentent dans la même proportion la puissance de la transmission.

Il ne faudrait pas, cependant, attribuer trop d'importance à ce perfectionnement. On gagne bien moitié sur l'énergie utilisée, mais l'oreille est si peu sensible aux variations de l'intensité des sons, que c'est à peine si, à l'audition, la transmission semble améliorée.

Pour assurer une transmission régulière aux très grandes distances, c'est surtout sur le microphone que devraient, semble-t-il, se porter les efforts des inventeurs : cet appareil paraît encore susceptible de grands perfectionnements.

(¹) Voici, par exemple, les caractéristiques d'une pareille bobine de transformation :

Longueur	17^{cm}	Diamètre du gros fil	$1^{mm},1$
Diamètre extérieur	3^{cm}	Diamètre du fil fin	$0^{mm},4$
Section totale des fils de fer	$0^{cm^2},3$	Résistance du gros fil	0,9 ohm
Nombre de tours du gros fil	550	Résistance du fil fin	24 ohms
Nombre de tours du fil fin	3300	Self-induction du fil fin	0,4 henry

CHIMIE PHYSIQUE. — *Application de la méthode des densités limites aux vapeurs organiques*. Note de M. **Ph.-A. Guye**, présentée par M. G. Lemoine.

Les données expérimentales de MM. Ramsay et Steele ([1]), relatives à sept vapeurs organiques, sont précieuses pour la vérification du principe des densités limites : 1° les densités et les compressibilités ont été mesurées (jusque sous des pressions de 40^{mm} à 70^{mm}) à une même température de 129°,60, sur les mêmes échantillons, d'où une grande valeur de comparabilité et la réduction à un minimum, inconnu jusqu'alors, de l'extrapolation donnant la valeur du coefficient A_0^1; 2° les corps de volatilités extrêmes (éther et toluène) sont, à 129°,60, dans des conditions presque *correspondantes* avec les gaz CO^2 et NH^3 déjà étudiés à 0°; en effet, les rapports $(T:T_c)$ sont 1,12 et 1,16 pour CO^2 à 0° et $(C^2H^5)^2O$ à 129°,6, et 1,48 et 1,47 pour NH^3 à 0° et $C^6H^5.CH^3$ à 129°,6.

La constante $R = M : L(1 - A_0^1)$ s'obtient, à partir des données du Mémoire anglais, en posant $R = 273{,}09 \times 1{,}000588\ K'M : 760$, expression dans laquelle $K' = p.v : T$ à 129°,6, pour $p = 0$ (valeur obtenue par extrapolation graphique, indépendante de toute hypothèse sur la forme de la courbe des compressibilités), pour 1^g de vapeur occupant à Londres un volume de V^{cm^3}; le zéro absolu $= -273°,09$; le rapport entre la gravité à Londres et sous la latitude de 45° au niveau de la mer $= 1{,}000588$. Les poids moléculaires M sont calculés avec les poids atomiques *chimiques* : C = 12,002 et H = 1,0076 pour O = 16. On obtient ainsi :

Vapeurs.	K'.	M.	R.	T_c.
			l	o
Éther éthylique $C^4H^{10}O$	84,345	74,084	22,466	467,4
Hexane C^6H^{14}	72,475	86,118	22,430	507,8
Alcool méthylique CH^4O.......	194,73	32,032	22,427	512,95
Di-isobutyle C^8H^{18}............	54,62	114,153	22,417	549,8
Benzène C^6H^6................	79,81	78,058	22,399	561,5
Octane normal C^8H^{18}..........	54,44	114,153	22,344	569,2
Toluène C^7H^8.................	67,44	92,075	22,326	593,6

Les deux savants anglais avaient déjà conclu à l'insuffisance de la méthode des densités limites appliquée aux vapeurs organiques; cette conclusion ressort plus frappante encore de l'examen des valeurs de R; celles-ci confirment d'ailleurs le caractère approché de la formule des densités limites sur lequel j'ai insisté à propos des gaz per-

([1]) Ramsay et Steele, *Philosoph. Magaz.*, t. XVIII, 1903, p. 492, et *Zeits. f. phys. Chem.*, t. XLIV, 1903, p. 348.

manents et liquéfiables (¹). En effet, 1° R n'est pas constant et décroît systématiquement pour des températures critiques T_c croissantes, à l'inverse de ce qu'on a observé avec les gaz liquéfiables; 2° les valeurs extrêmes de R (pour $C^4H^{10}O$ et C^7H^8) diffèrent entre elles de $\frac{1}{625}$; cet écart est environ dix fois plus grand que les erreurs moyennes admises par les expérimentateurs; il dépasse l'écart extrême des gaz liquéfiables ($\frac{1}{930}$), qui lui-même est supérieur à celui des gaz permanents ($\frac{1}{2800}$); cette variation progressive de l'écart extrême en fonction de la volatilité moyenne est l'indice certain d'une cause, ou de plusieurs causes physiques, non attribuables à des erreurs d'expériences; 3° les valeurs ci-dessus de R peuvent être représentées, en première approximation, par une formule parabolique en fonction de T_c, ou de (t_c — 129°,6), mais les écarts entre les valeurs calculées et observées semblent dépasser les erreurs expérimentales; on peut donc supposer que R dépend non seulement de la volatilité du fluide, mais encore d'un autre facteur, probablement de la complexité moléculaire, ce qui serait d'accord avec les conceptions de l'école physico-chimique hollandaise, d'après laquelle l'équation des fluides ne peut devenir rigoureuse que lorsqu'on tient compte du nombre d'atomes formant la molécule et de leur disposition spéciale.

Au point de vue pratique, on se retrouve en face du dilemme déjà signalé : ou la notion de constante des gaz parfaits est une fiction contraire à l'expérience, ou bien les méthodes d'extrapolation qui donnent le coefficient A_0^1 sont insuffisantes. La notion de gaz parfait a été si fructueuse qu'on hésite à l'abandonner, bien qu'elle paraisse fuir, comme un mirage, devant les vérifications de plus en plus exactes que l'on en fait. Dans le doute, il est préférable de conclure provisoirement que *ni les extrapolations paraboliques de M. Daniel Berthelot, ni l'extrapolation graphique de mesures de compressibilité effectuées pourtant jusque sous des pressions de 40^{mm} ou 70^{mm} ne permettent de vérifier rigoureusement le principe des densités limites;* cela revient à faire crédit à ce principe jusqu'à ce qu'on ait mesuré les compressibilités ou les densités sous des pressions encore inférieures à 40^{mm} ou 70^{mm}. En attendant, il faut chercher à corriger les résultats donnés par la formule usuelle des densités limites; j'ai montré que pour les gaz permanents à 0° cette correction est possible. Il est probable qu'elle le sera aussi dans les autres cas, dès que les données expérimentales seront plus nombreuses. J'espère que les travaux entrepris dans mon laboratoire pourront y contribuer.

(¹) Ph.-A. Guye, *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 976 et 1360; t. CXLV, p. 1164.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la température sur les propriétés optiques des corps dissous.* Note de M. C. CHÉNEVEAU, présentée par M. A. Haller.

On sait que l'indice de réfraction d'un corps liquide diminue quand la température augmente; il en est de même, en général, de son pouvoir réfringent moléculaire, les variations étant bien plus faibles lorsque ce pouvoir réfringent est défini par la loi de Lorentz au lieu de l'être par la loi de Gladstone. L'indice d'un corps solide varie d'une manière plus compliquée ([1]). L'indice d'une dissolution, comme celui d'un liquide, varie, en général, en sens inverse de la température, et cette variation ne paraît pas suivre une loi simple ([2]).

Peu de recherches paraissent avoir été faites pour déterminer directement l'influence de la température sur les propriétés optiques des corps dissous. Gladstone et Hibbert ([3]) ont donné des résultats numériques, pour des intervalles de température assez notables et, d'après ces résultats, le pouvoir réfringent moléculaire paraît peu varier avec la température ou, en général, diminuer quand la température augmente.

Cependant si l'on calcule, pour différentes températures, l'indice n_s d'un corps dissous, ou l'influence optique de ce corps sur la propagation de la lumière, $\Delta_1 = n_s - 1$ (loi de Gladstone) ou $\Delta_2 = \frac{n_s^2 - 1}{n_s^2 + 2}$ (loi de Lorentz) ([4]), on trouve que ces grandeurs ne varient pas beaucoup, quelle que soit la température considérée. D'après ce fait, la constante optique du corps dissous, définie par l'une des relations $K_1 = \frac{\Delta_1}{c}$ ou $K_2 = \frac{\Delta_2}{c}$ (c, concentration en grammes par litre), doit varier dans le même sens que la température, et il en est, par conséquent, de même pour le pouvoir réfringent moléculaire, qui peut être considéré comme le produit de la constante optique par le poids moléculaire; en effet, si, par exemple, la température augmente, les quantités K_1 ou K_2 doivent augmenter, puisque le numérateur reste sensiblement constant et que le dénominateur c diminue. Toutefois, les

---

([1]) DUFET, *J. de Phys.*, 2e série, t. IV, 1885, p. 409.

([2]) D'après Dufet, l'indice, calculé d'après la loi de Gladstone, varierait pour une solution étendue, comme celui d'un liquide; pour une solution concentrée, comme celui d'un solide (*Ibid.*, p. 502).

([3]) GLADSTONE et HIBBERT, *J. of. ch. Soc.*, t. LXXI, 1897, p. 822.

([4]) Par exemple, Δ_1 est la différence entre l'indice de la dissolution et l'indice du solvant, calculé d'après son état de dilution, en admettant la loi de Gladstone (*Ann. Ch. Ph.*, 8e série, t. XII, 1907, p. 280).

variations de la constante optique ou du pouvoir réfringent moléculaire ne sont nettement visibles que pour des écarts de température assez notables; sans cela ces variations sont de l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales.

Le Tableau suivant montre la validité de ces conclusions, d'après des expériences de Bender (1) et des expériences personnelles :

	t.	10°.	20°.	40°.	60°.
NaCl $p = 22^g,5$ pour 100^g de solution	Δ_1 ……	0,0707	0,0707	0,0707	0,0707
	$K_1.10^6$…	268,1	269,1	271,4	274,3
	Δ_2 ……	0,0411	0,0411	0,0411	0,0411
	$K_2.10^6$…	155,8	156,5	157,9	159,5
NaCl $p = 20,31$	Δ_1 ……		0,0630	0,0631	0,0631
	$K_1.10^6$…		270,0	272,2	275,3
	Δ_2 ……		0,0366	0,0367	0,0368
	$K_2.10^6$…		156,8	158,8	160,8
KCl $p = 19,71$	Δ_1 ……		0,0571	0,0571	0,0569
	$K_1.10^6$…		256,4	258,4	260,2
	Δ_2 ……		0,0335	0,0337	0,0337
	$K_2.10^6$…		150,4	152,3	154,0

	15°.	22°,5.	35°.	50°.
NaCl $p = 19,56$	0,0605	0,0605	0,0605	0,0605
	269,7	270,4	271,8	273,8
	0,0351	0,0352	0,0352	0,0352
	156,4	157,3	158,1	159,3
AzO^3K $p = 17,19$	0,0420	0,0421	0,0421	0,420
	219,1	220,4	221,7	222,9
	0,0249	0,0249	0,0250	0,0250
	129,9	130,3	131,6	132,7
Hydrate de chloral $p = 21,01$	0,0685	0,0684	0,0686	0,0683
	296,0	296,3	297,8	299,6
	0,0407	0,0407	0,0407	0,0406
	175,9	176,3	177,2	178,1

Il est facile de déduire des résultats précédents que, pour un intervalle de 50° environ, les variations de la constante optique K ou du pouvoir réfringent moléculaire suivent à peu près une loi linéaire de la forme

$$K_{t'} = K_t[1 + m(t' - t)],$$

m étant le coefficient moyen de dilatation en volume de la solution. Voici, par exemple, la comparaison entre les constantes optiques des corps dissous, calculées à l'aide de la formule précédente, et les valeurs observées (2).

Corps.	p.	t.	t'.	$m\,10^6$.	$K_1\,10^6(t')$. Obs.	Calc.	$K_2\,10^6(t')$. Obs.	Calc.	$\Delta_1(t')$. Obs.	Calc.	$\Delta_2(t')$. Obs.	Calc.
NaCl …….	22,50	10°	70°	483	276,2	275,9	161,1	160,3	0,0708	0,0707	0,0413	0,0411
» …….	»	20	60	483	274,3	274,3	159,5	159,5	707	707	411	411
» …….	19,56	15	50	445	273,8	273,9	159,3	158,8	605	605	352	351
» …….	15,80	20	60	461	276,0	274,8	160,8	160,2	477	475	278	277
» …….	10,83	»	»	437	276,0	274,6	161,2	159,4	316	315	185	183
» …….	5,62	»	»	414	280,3	273,5	161,9	158,1	161	157	93	91
KCl …….	19,71	»	»	450	260,2	261,0	154,0	153,1	569	571	337	335
AzO^3K …..	17,19	15	50	490	222,9	222,9	132,7	132,2	420	420	250	249
C^2Cl^3OH, H^2O ..	21,01	»	»	429	299,6	300,4	178,1	178,5	0,0683	0,0685	0,0406	0,0407

(1) BENDER (*Ann. der Physik.*, t. II, 1900, p. 186; t. VIII, 1902, p. 109). Les indices, pour KCl, se rapportent à la raie H_α; les densités ont été calculées d'après la dilatation. Pour NaCl, les densités ont été prises dans les Tables de Karsten (Landolt).

(2) L'erreur sur la valeur de K_2 peut être le double de celle faite dans la détermination de K_1.

En résumé, l'indice d'un corps dissous varie peu avec la température; la variation de la constante optique ou du pouvoir réfringent moléculaire d'un corps dissous, sous l'influence de la température, semble surtout provenir du changement de volume de la solution et paraît se produire dans le même sens que la variation de température. Quant à la dispersion du corps dissous ou à la dispersion moléculaire, elle est, en première approximation, indépendante de la température. Ces conclusions, qu'il serait désirable de voir généraliser, montrent que les corps dissous paraissent présenter, au point de vue optique, des propriétés plus simples que les corps solides et liquides.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche et dosage du nickel en présence de quantités quelconques de cobalt, de fer et de manganèse.* Note de M. **Emm. Pozzi-Escot**, présentée par M. Ad. Carnot.

La recherche et le dosage du nickel en présence de grandes quantités de cobalt et en présence du fer et du manganèse est un problème difficile de la Chimie analytique. On remarquera d'autre part qu'il présente une grande importance, puisque les minerais de la Nouvelle-Calédonie renferment, à côté de la silice et des alcalins et alcalino-terreux, du fer, du manganèse, du nickel et du cobalt.

La méthode de recherche du nickel que j'ai indiquée précédemment (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 435) permet d'effectuer la séparation complète et rapide du nickel en présence du cobalt. Elle est également applicable au dosage rapide du nickel dans le cas complexe d'un minerai. Voici comment il convient d'opérer :

Le minerai est traité de manière à mettre en solution les métaux; s'il y a des alcalino-terreux on les précipite dans cette solution par addition de sulfate d'ammonium; on filtre et l'on concentre la solution, on l'additionne d'un large excès de solution saturée de molybdate d'ammonium, on ajoute du chlorure d'ammonium, on chauffe jusqu'à 80°-90° pendant quelques minutes, puis on abandonne pendant une heure au refroidissement en agitant; si on le peut, on refroidira dans de la glace. On a ainsi précipité tout le nickel à l'état de molybdate double de nickel et d'ammonium et la presque totalité du fer; il reste en solution une trace de fer, tout le manganèse et tout le cobalt. On filtre et on lave le précipité avec une solution saturée de chlorure d'ammonium.

Le précipité bien lavé, on introduit le filtre qui le contient dans un becherglass avec de l'eau, on porte à l'ébullition; on ajoute du chlorure d'ammonium, puis de l'ammoniaque. Tout le fer se précipite, le nickel reste en solution. On filtre.

Dans la solution se trouve tout le nickel; on peut le doser colorimétriquement, en comparant la coloration bleue de la solution avec celle de solutions types, ou bien faire bouillir la solution en présence d'un excès de potasse caustique, de manière à chasser toute l'ammoniaque et précipiter le nickel à l'état de sesquioxyde hydraté par le brome. On recueille l'oxyde, on le dissout dans un acide et l'on détermine le nickel par électrolyse.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la nature de quelques éléments et méta-éléments phosphorescents de Sir W. Crookes.* Note de M. G. **Urbain**, présentée par M. A. Haller.

En étudiant les phosphorescences cathodiques de sulfates anhydres contenant uniquement du gadolinium et du terbium, j'ai pu faire une série d'observations qui dissipent les dernières obscurités relatives à l'histoire des terres rares de ce groupe.

C'est, en effet, sous forme de sulfates anhydres que Sir W. Crookes a étudié les terres rares de ses fractionnements dont il suivait les spectres cathodiques. Malgré le nombre et l'intérêt des résultats obtenus par ce savant, il est difficile, pour celui qui étudie attentivement ses recherches successives sur la phosphorescence, d'en dégager des conclusions nettes : les bandes spectrales sont tantôt attribuées à des éléments nouveaux, tantôt à des *méta-éléments* dont il est difficile de saisir la définition; parfois elles sont attribuées aux uns et aux autres simultanément.

Je ne discuterai pas ici une distinction qui échappe au domaine de la Science expérimentale, et dont M. Lecoq de Boisbaudran a d'ailleurs fait justice, et je me bornerai à rappeler que, parmi les terres du groupe du gadolinium, Sir W. Crookes a signalé l'existence des éléments G_β, G_ζ, G_α, *ionium* et *incognitum*, qu'il considère comme distincts et qu'il caractérise chacun par une bande de phosphorescence particulière.

En examinant à l'état de sulfates anhydres les terres de mes fractionnements comprises entre le gadolinium et le terbium, j'ai retrouvé toutes ces bandes. En première analyse, les variations relatives d'éclat de ces bandes dans ces divers produits semblent donner aux conclusions de Sir W. Crookes une apparence de confirmation.

Toutefois, ainsi que je l'ai montré récemment (*Journal de Chimie physique*, t. IV, 1906, n°s 7 et 8, p. 321), l'examen des autres genres de spectres n'autorise en aucune manière à conclure à la présence d'éléments nouveaux dans ces mélanges, ni à faire supposer que le terbium, qui joue dans le sulfate de gadolinium le rôle de matière phosphorescente active, soit

complexe. D'autre part, alors que dans la portion 38 de l'un de mes fractionnements on observait le spectre très complexe dont la description est donnée plus loin, on ne pouvait guère déceler par la spectrographie de la fraction suivante, plus riche en terbium, que la bande $\lambda = 486$; les bandes attribuées par Sir W. Crookes à des éléments ionium et incognitum, si intenses dans la fraction précédente, avaient complètement disparu dans celle-ci.

L'hypothèse d'une séparation aussi tranchée dans deux termes consécutifs d'un fractionnement de terres de ce groupe est tout à fait inadmissible. Les phénomènes observés par Sir W. Crookes et par moi ne résultent pas d'une scission du terbium dont la phosphorescence aurait mis en évidence les constituants *échelonnés par le fractionnement*. Ils puisent leur origine dans les variations spectrales que les substances phosphorescentes manifestent, d'une façon si générale, quand elles sont mélangées en proportions variables avec le diluant nécessaire à la manifestation de leur phosphorescence. Les expériences suivantes ne laissent aucun doute à cet égard et démontrent de façon décisive l'insuffisance des théories de Sir W. Crookes sur la phosphorescence cathodique. Le même terbium pur et le même gadolinium pur ont été mélangés en diverses proportions, et chaque préparation a été transformée en sulfate anhydre.

Le spectre de phosphorescence de la préparation qui renferme 1 pour 100 environ de sulfate de terbium est le suivant :

Spectre de phosphorescence du sulfate de gadolinium terbifère.

λ.	Observations.	Éléments ou méta-éléments de Sir W. Crookes.
De 624 à 617...	Bande rouge forte. Estompée vers l'infra-rouge.	G_ζ (¹).
De 593,5 à 589...	Faible. Vaguement réunie à la suivante.	
De 587,5 à 580,5.	Moyenne.	
550.......	Maximum très fort d'une bande verte noyée dans une nébulosité qui s'étend de 552 à 544,5. Un peu plus estompée vers le violet que vers le rouge.	G_β (¹).
541,5.....	Très forte. Se raccorde avec la précédente et la suivante.	
540,2.....	Très forte. Noyée dans une nébulosité qui s'étend jusqu'à 537,5.	
De 499,5 à 497,5.	Très forte.	
De 490 à 483...	Extrêmement forte. Maximum à 486.	G_α (probablement) (¹).

(¹) W. Crookes, *Roy. Soc. Proc.*, n° 245, t. XL, p. 502.

λ.	Observations.	Éléments ou méta-éléments de Sir W. Crookes.
473.......	Faible.	
458.......	Moyenne.	
442.......	Forte.	Ionium (¹).
437.......	Moyenne.	Ionium (¹).
435,5.....	Forte.	Ionium (¹).
430.......	Très faible; diffuse.	
De 419,5 à 406,5.	Assez forte. Maximum à 415,5 et 411.	
395,5.....	Douteuse.	
393,5.....	Très faible.	
385.......	Faible.	Incognitum (¹).
381.......	Moyenne.	Incognitum (¹).
376,5.....	Assez forte.	Incognitum (¹).

Ces diverses bandes passent par des optima différents lorsqu'on fait varier les proportions relatives du gadolinium et du terbium. Les préparations qui renferment moins de 0,5 pour 100 de terbium, ou plus de 10 pour 100, sont très peu phosphorescentes.

La bande 490-483 est la plus persistante dans les terres très pauvres en terbium; elle est également très persistante dans les terres très riches en terbium. C'est à la bande G_β, la plus lumineuse du spectre aisément observable sans le secours de la photographie, qu'est due la couleur verte de ces phosphorescences. Elle paraît l'emporter sur la bande 490-483 dans les terres riches en terbium. Les optima des bandes ionium et incognitum sont beaucoup moins étendus. Pour les bandes ionium, l'optimum correspond à des teneurs en terbium de 1 à 0,5 pour 100. Pour la bande 376,5 (incognitum) et pour la bande 419,5-406,5 l'optimum correspond à des teneurs voisines de 2 pour 100 de terbium. Les mélanges qui renferment plus de 4 pour 100 de terbium ne révèlent guère à la photographie que la bande 490-483, qui est encore fort intense alors que les bandes ionium et incognitum ont presque complètement disparu.

De telles observations montrent qu'il est inutile d'admettre que les terres rares phosphorescentes sont constituées par des mélanges d'éléments pour interpréter ces variations des phosphorescences. D'après mes expériences de contrôle, c'est une pure illusion de penser que de tels constituants se sont séparés par le fractionnement, puisqu'il m'a suffi de mélanger du terbium et du gadolinium dans des proportions différentes pour faire apparaître ou disparaître les bandes correspondantes de ces constituants, très problématiques.

Les spectres de phosphorescence varient avec la composition chimique des mélanges qui les émettent, comme d'ailleurs, quoique à un moindre degré, les autres genres de spectres d'émission.

(¹) W. Crookes, *Ch. News*, t. XCII, 12, 1905, p. 273.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau sulfate de chrome.* Note de M. **Paul Nicolardot**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Au cours de ses remarquables recherches sur les sulfates de chrome, M. Recoura a établi l'existence, dans les solutions de sulfate vert modifié par la chaleur, d'un sulfate de chrome ne contenant que $2^{mol},5$ d'acide sulfurique. Il a montré que, dans ce sulfate, l'acide sulfurique est uni à une base complexe $[Cr^4O(SO^4)^4](OH)^2$ appelée par lui *hydrate de sulfochromyle,* et que le sesquioxyde de chrome précipité au moyen de la soude ne se combine plus qu'à 2^{mol} d'acide sulfurique. M. Recoura n'a pas isolé le sulfate ni la base complexe.

Mes recherches sur les chlorures d'oxydes ferriques condensés et polymérisés m'ont conduit à penser que je pourrais, comme dans la préparation des chlorures d'hydrate ferrique δ, neutraliser l'acide sulfurique libre des solutions de sulfate vert modifié par la chaleur au moyen du carbonate de baryum. Une solution contenant par litre 100^g de sulfate violet a été soumise à l'ébullition, puis maintenue au bain-marie au contact de carbonate de baryum. Il n'a pas été possible de saturer plus du sixième de l'acide sulfurique.

La liqueur a été débarrassée par filtration du sulfate et du carbonate de baryum, et abandonnée à elle-même dans un cristallisoir. A la longue, elle a formé un vernis incristallisable. Ce vernis, desséché sur l'acide sulfurique jusqu'à poids constant, n'a rien perdu dans le vide sulfurique. A ce moment, il présente la composition suivante, pour 100 :

	Premier essai.	Deuxième essai.	Moyenne.
Cr^2O^3	31,63	31,7	31,67
SO^4H^2	49,65	49,7	49,68

ce qui conduit à la formule brute

$$(Cr^2O^3)(SO^3)^{2,5}(H^2O)^{7,5}.$$

Ce sulfate se dissout assez facilement dans l'eau en produisant un faible dégagement de chaleur. La dissolution ne précipite pas par le chlorure de baryum ni par le phosphate de sodium. Ce composé ne présente donc ni les caractères d'un sulfate, ni ceux d'un composé de chrome. La saveur de sa solution est aussi très différente de celle des sulfates de chrome.

Insoluble dans l'alcool et dans l'acétone, ce composé est précipité de ces solutions aqueuses concentrées par addition de ces deux liquides [1]. Les solutions aqueuses, préparées aussi rapidement que possible, présentent une légère réaction acide. La couleur de la solution est d'un beau vert, et ce n'est qu'au bout de plusieurs jours que l'on voit apparaître l'auréole pourpre qui entoure les flammes artificielles quand on les regarde au travers de la solution des sels violets de chrome.

Par sa stabilité et par la dissimulation complète de son acide sulfurique, ce sulfate diffère déjà du sulfate décrit et non isolé par M. Recoura. Il possède encore des réactions qui l'en distinguent complètement, à première vue du moins. Quand on ajoute de la soude ou de la potasse en quantité juste suffisante pour neutraliser l'acide sulfurique, on n'obtient pas de précipité immédiat, et il est nécessaire d'attendre souvent plus de 1 heure; si l'alcali est ajouté, au contraire, par demi-molécule, il se forme un précipité. Ce précipité n'est pas redissous intégralement ni par 2^{mol}, ni par 3^{mol} d'acide sulfurique, comme les oxydes retirés des sels verts ou des sels violets, si bien étudiés par M. Recoura. On constate qu'après addition au calorimètre de $1^{mol},5$ environ d'acide sulfurique, il ne se produit plus aucun dégagement thermique; au fond du vase, on aperçoit un dépôt gluant, presque insoluble dans l'eau ou qui ne lui cède qu'un peu d'acide sulfurique. Ce composé, débarrassé de la liqueur surnageante, est un autre sulfate de chrome dont la composition est constante quelles que soient les conditions de la précipitation. Le rapport de l'acide sulfurique au sesquioxyde de chrome y est égal à l'unité. A la longue, ce sulfate se redissout, mais jamais en totalité. Sa solution est d'un beau vert plus éclatant encore que celui des solutions du sulfate primitif.

L'addition de la potasse ou de la soude par demi-molécule produit, pour les quatre premières demi-molécules, un dégagement de chaleur plus considérable que celui qu'on observe en saturant de la même manière le sulfate violet. Il ne faudrait pas conclure de cette observation que l'acide sulfurique est uni dans ce sulfate moins énergiquement au sesquioxyde de chrome que dans le sulfate violet. En effet, si l'on traite au calorimètre une solution du nouveau sulfate vert, additionnée d'une demi-molécule de potasse, par du chlorure de baryum, on n'obtient aucun précipité ni aucun dégagement thermique. Le dégagement thermique observé dans la saturation par la potasse ne correspond donc pas à la saturation de l'acide sulfurique, puisqu'il n'y a pas formation de sulfate de potassium. La chaleur produite correspond à un ensemble de transformations très complexes que je m'efforce d'élucider.

En terminant, je tiens à signaler que ce sulfate se rattache, par la dissimulation complète de son acide sulfurique, à un autre sulfate vert, préparé par

---

[1] J'ai pu précipiter des solutions de sulfate vert modifié par la chaleur, au moyen de l'alcool et de l'acétone, un sulfate présentant la même composition que le sulfate décrit dans cette Note.

M. Recoura en déshydratant le sulfate violet solide et qui a pour formule $(Cr^2O^3)(SO^3)^3(H^2O)^8$. En même temps que ce composé perd une demi-molécule d'acide sulfurique, il s'élimine une demi-molécule d'eau. A cause de la quantité d'acide sulfurique et d'eau, qui correspondent à une demi-molécule, il est nécessaire de doubler la formule. Dans ces conditions, les abaissements moléculaires mesurés au cryoscope sont doubles de l'abaissement normal. C'est là un fait en contradiction avec ce qui avait été observé pour la plupart des combinaisons complexes (bichlorure de mercure, iodure de cadmium, etc.).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'influence des acides et des bases sur la fixation de colorants acides et basiques par la laine.* Note [1] de MM. **L. Pelet-Jolivet** et **N. Andersen**, présentée par M. A. Haller.

On sait que l'adsorption des matières colorantes par la laine, le charbon animal et la silice précipitée est influencée par les sels. Les ions de signe inverse du colorant activent la fixation et cela d'autant plus que leur valence est plus élevée; les ions de même signe la paralysent [2].

Nous avons étudié la fixation du ponceau cristallisé et du bleu de méthylène par la laine, en solution acide, basique ou neutre. Nous nous sommes servis de laine soigneusement lavée, ainsi que de colorants purs. La laine était placée pendant 5 jours, à la température de 17°, dans une solution colorante de titre connu, additionnée, suivant le cas, de petites quantités d'acides ou de soude caustique.

Le dosage de la quantité de couleur non fixée s'opérait comme suit : à un volume connu nous ajoutions la quantité d'alcali ou d'acide exactement nécessaire pour neutraliser le liquide, puis nous déterminions la quantité de colorant restant en solution, soit au colorimètre, soit par titrage du bleu de méthylène par le ponceau et *vice versa.*

Les moyennes des résultats obtenus par les deux méthodes concordent et les quantités fixées correspondent bien aux teintes que présentaient les échantillons de laine au sortir du bain. Nous devons remarquer, toutefois, que les dosages volumétriques des solutions auxquelles nous avions ajouté la soude caustique, spécialement dans le cas du ponceau, ne nous donnaient pas de résultats très précis.

Teinture de la laine par le ponceau cristallisé. — La laine, 5^g correspondant à $4^g,715$ de laine séchée à 110°, est placée dans des flacons fermés en présence de 100^{cm^3}

(1) Présentée dans la séance du 16 décembre 1907.

(2) Pelet et Grand, *Revue des matières colorantes,* Paris, 1907, p. 225.

d'une solution de ponceau cristallisé à 1g,860 au litre. On ajoute x^{cm^3} d'acides chlorhydrique, sulfurique, phosphorique ou de soude caustique normaux au dixième et une quantité d'eau distillée exactement nécessaire pour parfaire le volume du bain à 200^{cm^3}.

La quantité de ponceau cristallisé dans chaque flacon est 0g,1860.

Bains de 200^{cm^3} contenant :

Quantité d'acide ajouté. x^{cm^3}	*a.* $HCl\ \frac{n}{10}$	*b.* $H^2SO^4\ \frac{n}{10}$	*c.* $H^3PO^4\ \frac{n}{10}$
	Ponceau cristallisé fixé en milligrammes pour 5g de laine.		
28	171	153	102
18	158	139	80
8	109	93	48
0	44	42	42

Des expériences exécutées dans les mêmes conditions, mais en employant 10^{cm^3} de soude caustique $NaOH\ \frac{n}{10}$, ont donné 24mg de ponceau cristallisé fixé pour 5g de laine.

Teinture de la laine par le bleu de méthylène. — Mêmes conditions que dans les essais précédents, chaque flacon contient 0g,2556 de bleu de méthylène.

Bains de 200^{cm^3} contenant :

Quantité d'acide ajouté. x^{cm^3}	*a.* $HCl\ \frac{n}{10}$	*b.* $H^2SO^4\ \frac{n}{10}$	*c.* $H^3PO^4\ \frac{n}{10}$
	Bleu de méthylène fixé, en milligrammes par 5g de laine.		
30	17	»	»
20	20	27	32
10	22	37	79
0	156	156	152

Dans des conditions identiques, des flacons en expérience contenant 8^{cm^3} de soude caustique $NaOH\ \frac{n}{10}$, au lieu d'acide, nous avons trouvé qu'il se fixait 249mg de bleu de méthylène pour 5g de laine.

Ces résultats prouvent qu'en bain acide le ponceau cristallisé (colorant acide) est adsorbé par la laine en quantité d'autant plus grande que l'acide est plus fort, la quantité fixée en bain neutre est faible, en bain alcalin presque nulle.

Le bleu de méthylène (colorant basique) donne l'inverse; en solution

acide, l'adsorption est d'autant plus faible que l'acide est plus fort; en bain neutre, la fixation est plus considérable; en bain alcalin, elle est maximum.

Ces faits s'expliquent par l'hypothèse de l'électrisation de contact [1] et sont conformes à la théorie colloïdale de la teinture : en bain acide, les ions $\overset{+}{H}$ chargent la laine positivement et activent la fixation des colorants acides (négatifs) mais retardent au contraire la teinture des colorants basiques (positifs).

En bain neutre, la laine, légèrement négative de sa nature, fixe davantage de colorant basique que de colorant acide. En bain alcalin, les ions $\overline{OH}$ chargent la laine négativement, circonstance qui accélère la teinture des colorants basiques, mais diminue celle des colorants acides.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthers glycidiques et aldéhydes dans la série de la naphtaline.* Note de M. **Georges Darzens**, présentée par M. A. Haller.

Pour démontrer toute la généralité de ma méthode de synthèse des éthers glycidiques par condensation des cétones avec l'éther monochloracétique, j'ai entrepris des recherches dans la série de la naphtaline qui m'ont amené à découvrir de nouvelles aldéhydes dans cette série.

La méthylnaphtylacétone se préparant facilement à l'aide de la méthode de Friedel et Kraft, je me suis adressé aux isomères α et β de cette cétone que j'ai purifiés avec soin à l'aide de leurs picrates, conformément aux indications de M. Rousset.

L'α-naphtylméthylcétone, dont la semicarbazone fond à 232°-233°, se condense avec le monochloracétate d'éthyle, en présence de l'éthylate de sodium sec, dans des conditions analogues à celles que j'ai eu l'occasion de décrire dans de précédentes Notes, pour donner, par cette condensation qui s'opère normalement, avec un rendement de 45 pour 100 environ, l'α-naphtylméthylglycidate d'éthyle de formule :

$$\begin{matrix}\alpha\text{-}C^{10}H^7\diagdown \\ CH^3\diagup\end{matrix} C - CH - CO^2C^2H^5, \quad (\text{C et CH liés par } \diagdown O \diagup)$$

liquide visqueux, sans odeur, bouillant à 165°-170° sous 4^{mm}.

J'ai toutefois remarqué qu'il était nécessaire dans cette préparation de

(1) Perrin, *Journal de Chimie physique*, t. II, p. 601, et t. III, p. 50.

soumettre le produit de la réaction à un entraînement à la vapeur d'eau avant de le rectifier dans le vide, pour séparer l'éther chloracétique et la cétone génératrice non entrés en combinaison. Sans cette précaution, les rendements se trouveraient considérablement abaissés par des réactions secondaires, au moment de la distillation. Il est également fort utile d'avoir de très bons vides, pour éviter les décompositions.

Cet éther glycidique se saponifie avec la plus grande facilité pour donner un acide qui se décompose nettement à la distillation dans le vide en acide carbonique et en aldéhyde α-naphtylméthylacétique

$$\left.\begin{matrix}\alpha\text{-}C^{10}H^{7}\\ CH^{3}\end{matrix}\right\rangle CH - COH.$$

Cette aldéhyde est un liquide légèrement ambré, d'une faible odeur rappelant vaguement celle de l'aldéhyde hydratropique; elle bout à 131°-132° sous 4^{mm}; sa semicarbazone fond à 209°-210°.

La β-naphtylméthylcétone, dont la semicarbazone fond à 235°-237°, m'a donné, dans les mêmes conditions, l'isomère β de l'éther glycidique précédent.

C'est un liquide sans odeur, bouillant à 175°-180° sous 5^{mm}; son acide, qui est solide, se décompose aussi par distillation dans le vide, en donnant la β-naphtylméthylacétaldéhyde. Cette aldéhyde est solide et fond à 53°; sa semicarbazone fond à 134°-135°.

On ne connaissait, jusqu'à ces derniers temps, que deux aldéhydes dérivées de la naphtaline, l'α- et la β-naphtaldéhyde.

Ce nouvel exemple prouvera, je l'espère, toute la généralité de ma méthode de synthèse des éthers glycidiques, et l'usage de ceux-ci pour la préparation des aldéhydes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère de la spartéine, l'isospartéine.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons indiqué récemment (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 1184) les conditions dans lesquelles il faut se placer pour obtenir, à partir de l'α-méthylspartéine, l'iodhydrate d'isospartéine. Ce sel, traité par la soude, fournit la base qu'on enlève à l'éther.

L'isospartéine forme une huile incolore, d'odeur faible ou nulle, quand elle vient d'être distillée, mais se troublant après plusieurs jours et prenant alors une odeur spermatique. Elle bout à 177°,5-179° (corr.) sous $16^{mm},5$; elle est sensiblement insoluble dans l'eau, soluble aisément dans l'alcool, l'éther, le benzène, l'éther de pétrole : son pouvoir rotatoire, en solution dans l'alcool absolu, à 10 pour 100, est : $\alpha_D = -25°,01$; densité à $17°/4°$: $D = 1,02793$. Indice de réfraction : $n_D = 1,53319$ à 17°. La composition de la base s'accorde avec la formule $C^{15}H^{26}N^2$ qui est aussi celle de la spartéine.

Le *dichlorhydrate* d'isospartéine a pu être obtenu à l'état cristallisé; il est très déliquescent.

Le *chloroplatinate* $C^{15}H^{26}N^2.2HCl.PtCl^4 + 1,5H^2O$ cristallise dans l'acide chlorhydrique étendu en houppes soyeuses; il noircit vers 230° et se décompose vers 257°-160°.

Le *sulfate* n'a pu être obtenu qu'à l'état de sirop épais; il est très soluble dans l'eau et les alcools méthylique et éthylique, insoluble dans l'éther et l'acétone.

Monoiodhydrate $C^{15}H^{26}N^2.HI$. — On l'obtient en décomposant par la chaleur l'iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine ou le diiodhydrate d'α-méthylspartéine, comme nous l'avons montré dans notre dernière Note, ou bien encore, en décomposant le diiodhydrate d'isospartéine par un excès de carbonate de soude à froid. C'est un beau sel bien cristallisé de pouvoir rotatoire : $\alpha_D = -33°,2$ en solution méthylique à 5,5 pour 100; il est peu soluble dans l'eau froide et fond à 20[illegible]° (corr.).

Diiodhydrate $C^{15}H^{26}N^2.2HI + H^2O$. — Obtenu à partir de la base ou du monoiodhydrate, ce sel cristallise dans l'alcool aqueux; il est sensiblement inactif sur la lumière polarisée. Traité par le carbonate de sodium à froid, il régénère le monoiodhydrate.

Iodométhylate d'isospartéine $C^{15}H^{26}N^2.CH^3I$. — Cet iodométhylate a été obtenu, comme nous l'avons indiqué (*loc. cit.*), par isomérisation de l'α-méthylspartéine, et non par action directe de l'iodure de méthyle sur la base, action que nous nous proposons d'étudier. C'est un sel cristallisé de pouvoir rotatoire : $\alpha_D = -18°,39$ en solution aqueuse à 1,25 pour 100 et $\alpha_D = -16°,79$ en solution méthylique à 6,2 pour 100. Il est peu soluble dans l'eau, soluble dans le chloroforme. Il fond à 232° (corr.).

Iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine $C^{15}H^{26}N^2.CH^3I.HI. + H^2O$. — Préparé au moyen du sel précédent, ce composé cristallise dans l'alcool à 95° avec 1^{mol} H^2O qu'il perd à 145°; il se décompose à 220°-225° avec perte de CH^3I et formation d'iodhydrate d'isospartéine. Son pouvoir rotatoire en solution aqueuse est : $\alpha_D = -11°,80$.

Picrate d'isospartéine $C^{15}H^{26}N^2.2C^6H^2(NO^2)^3OH$. — Ce picrate cristallise dans l'acétone en belles aiguilles fusibles à 178° (corr.).

L'isospartéine se comporte comme une *base bitertiaire saturée*; elle ne réduit pas à froid le permanganate de potassium en liqueur acide. Traitée par l'acide iodhydrique suivant la méthode de Herzig et Meyer, elle se comporte comme la spartéine et ne fournit point d'iodure de méthyle; *elle n'est donc point méthylée à l'azote*. La réfraction moléculaire de l'isospartéine est de RM = 70,67, nombre très voisin de 70,54 trouvé antérieurement par nous pour la spartéine. L'isospartéine présente donc les fonctions

et les propriétés générales de la spartéine, dont elle doit être un isomère, de structure très voisine. Il sera intéressant, à ce titre, d'étudier parallèlement les propriétés physiologiques des deux bases.

BOTANIQUE. — *Observations sur la formation des grains d'aleurone pendant la maturation de la graine.* Note de M. J. BEAUVERIE, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les propriétés chromotropes de la substance des globoïdes des grains d'aleurone des Graminées et autres Phanérogames à aleurone pourvus d'enclaves, telles que le Ricin, la Courge, le Lupin blanc, etc., sur lesquelles nous avons insisté à plusieurs reprises, M. Guilliermond et nous ([1]), permettent de déceler ces corps d'une façon très nette et assez facile.

On sait que les globoïdes donnent avec les couleurs d'aniline basiques allant du bleu au violet, et parmi lesquelles on peut citer le bleu Unna et le bleu crésyl, une belle coloration rouge. On peut employer les divers fixateurs que nous avons mentionnés antérieurement, le formol se recommandant autant par les excellents résultats qu'il donne que par la simplicité de son emploi. Il faut toutefois rejeter les fixateurs dans la composition desquels entre l'acide acétique, celui-ci ayant pour effet de faire disparaître les globoïdes et de rendre, par suite, inefficace l'action des colorants.

Grâce à cette méthode nous avons pu suivre le mode de développement des globoïdes pendant la maturation de la graine, notamment dans le Ricin et dans la Courge. Les corpuscules métachromatiques (qui répondent aux globoïdes) apparaissent de très bonne heure pendant le développement de la graine, soit bien avant la lignification des téguments et alors qu'il n'existe

---

([1]) J. BEAUVERIE et A. GUILLIERMOND, *Note préliminaire sur les globoïdes et certaines granulations des graines ressemblant par quelques-unes de leurs propriétés aux corpuscules métachromatiques* (*Comptes rendus*, avril 1906). — J. BEAUVERIE, *Études sur les corpuscules métachromatiques des graines* (*Bull. de la Soc. de Biologie*, 1906); *Évolution des corpuscules métachromatiques des graines pendant la germination* (*Comptes rendus*, novembre 1906); *Évolution de la protéine et du noyau des graines pendant la germination* (*Bull. de la Soc. de Biologie*, novembre 1906); *Étude de faits nouveaux concernant les réserves de la graine et leur évolution pendant la germination* (*Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, Lyon*, 1906). — Voir les publications de M. Guilliermond sur le même sujet.

pas encore de traces des cristalloïdes, non plus que de la substance amorphe. Dans la graine jeune, les corpuscules métachromatiques apparaissent non seulement dans le nucelle, dans les jeunes cellules de l'albumen, où ils sont particulièrement abondants dans les épidermes de ces tissus, mais encore dans les téguments où ils sont également fréquents dans les cellules épidermiques.

Étant donnée la destinée de ces tissus on voit qu'un certain nombre de ces corpuscules sont des formations transitoires. On les voit, le plus souvent, à l'état de granulations très petites, ou plus ou moins volumineuses, dans l'intérieur des vacuoles dont le cytoplasma est creusé à ces stades; ce n'est qu'ultérieurement, et à une époque assez rapprochée de la maturité, que *cristallise* la substance protéique sous forme de cristalloïde. Nous ferons remarquer que les téguments de la graine contiennent, outre les corpuscules métachromatiques, de nombreux petits corps, rougissant par l'iode et représentant de la dextrine.

L'aspect cytologique des tissus dans la graine jeune rappelle celui qu'ils présentent aux stades avancés de la germination. Nous avons montré antérieurement que les corpuscules métachromatiques sont les derniers éléments des grains d'aleurone qui disparaissent lorsque ceux-ci se dissolvent et qu'il arrive un moment où ce sont les seuls corps figurés qui occupent encore les vacuoles du protoplasma devenu spongieux. Ce sont également eux qui apparaissent les premiers dans les vacuoles du protoplasma de la graine en voie de formation.

La technique que nous préconisons permet de rectifier l'exposé que fait Wakker de la formation des grains d'aleurone, dans un Mémoire classique [1].

Suivant cet auteur, on voit apparaître d'abord le cristalloïde au sein de la vacuole, ce serait aussi ce corps qui subsisterait le dernier dans les vacuoles, au cours de la germination; ceci pour le Ricin, par exemple : dans les figures qu'il donne on voit en effet des cristalloïdes occupant les vacuoles à l'exclusion des globoïdes. Seulement il faut remarquer que cet auteur obtient ces préparations après fixation par le mélange des acides osmique, picrique et acétique, qui, grâce à ce dernier, fait disparaître les globoïdes. Dans d'autres cas, avec l'*Helianthus*, par exemple, Wakker ne fait pas intervenir le fixateur précédent, aussi l'élément qu'il représente dans les vacuoles, et qui est encore seul à l'occuper au stade jeune qu'il étudie, est-il bien un globoïde avec tous ses caractères de forme et de structure, mais trompé sans doute par les résultats obtenus en faisant agir le Flemming, il les interprète comme étant des débuts de formation de cristalloïde.

---

(1) J.-H. Wakker, *Studien ueber die Inhaltskörper der Pflanzenzelle* (*Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*, 1888, p. 423-496).

L'ordre de formation des enclaves dans la vacuole albuminogène est d'une importance certaine pour l'étude de la cristallisation et de la concrétion des matières albuminoïdes, dont les grains d'aleurone constituent de si intéressants matériaux.

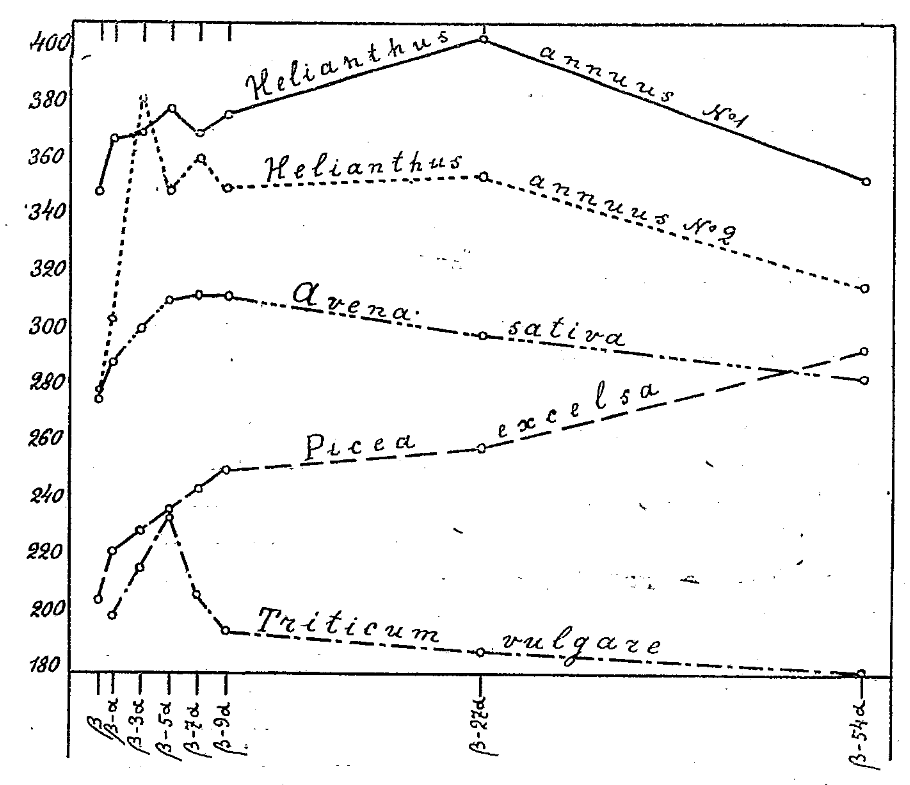
En somme, les propriétés métachromatiques des globoïdes permettent de suivre facilement l'évolution des grains d'aleurone, qui en contiennent, pendant la maturation de la graine. Leur apparition dans les vacuoles cytoplasmiques précède celle des cristalloïdes et de la substance amorphe, contrairement à l'opinion de Wakker pour qui le cristalloïde se forme d'abord. Des granulations possédant les propriétés des globoïdes se manifestent de bonne heure, non seulement dans le nucelle et l'albumen, mais aussi dans les téguments, là où ne se formeront pas de globoïdes. Contrairement à l'opinion admise, la substance du globoïde peut donc avoir, dans la graine, une vie distincte du grain d'aleurone; il peut exister en dehors de lui, tandis qu'on ne le considérait que comme une enclave de ces grains. Nous verrons ultérieurement qu'il paraît exister des graines dépourvues des grains d'aleurone proprement dits, mais possédant des granulations représentant des globoïdes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur la production de la chlorophylle chez les végétaux supérieurs aux différentes intensités lumineuses.* Note de M. **W. Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait depuis longtemps que, dans la plupart des cas, les plantes commencent à verdir à une lumière très faible, et qu'ensuite la teinte des feuilles devient de plus en plus foncée quand l'intensité lumineuse s'accroît. Mais jusqu'à présent il n'a pas été fait de mesures quantitatives sur la formation du pigment vert à des intensités lumineuses variées, de sorte qu'on ne sait pas jusqu'à quel point la production de la chlorophylle augmente avec la lumière. C'est pourquoi il m'a paru intéressant de communiquer ici les résultats de mesures que j'ai faites sur la chlorophylle chez des plantules développées à des éclairements graduellement décroissants à partir de la lumière naturelle du jour. Pour obtenir une série d'éclairements de plus en plus faibles je me suis servi des châssis que j'ai décrits dans une Note antérieure:

En appelant β l'intensité lumineuse du jour à un moment donné, les autres intensités lumineuses étaient respectivement $\beta-\alpha$, $\beta-3\alpha$, $\beta-5\alpha$, $\beta-7\alpha$, $\beta-9\alpha$,

$\beta - 27\alpha$ et $\beta - 54\alpha$, α étant égale à la quantité de lumière absorbée au même moment pour une plaque de verre ordinaire de 5^{mm} d'épaisseur. Les plantules étaient disposées sous les châssis une huitaine de jours après la germination et choisies au même degré de développement. Au bout de 10 à 30 jours, je retire les plantes, je prends le même poids de feuilles de chaque lot et je fais une extraction alcoolique du pigment vert en traitant chaque lot de feuilles par une même quantité d'alcool. Ensuite, au moyen d'un dispositif spectrophotométrique spécial, je détermine pour chaque solution l'épaisseur de la couche liquide qui produit dans la région rouge du spectre une absorption de lumière identique à celle produite pour une solution de chlorophylle prise pour unité. J'ai employé comme solution unité un extrait alcoolique de 1^g de feuilles de hêtre préparé avec 100^{cm^3} d'alcool. Le rapport entre les épaisseurs des couches liquides produisant la même absorption de lumière étant connu, il est facile de calculer le rapport entre les concentrations, d'où, relativement à l'unité choisie, les quantités de pigment contenues dans les solutions examinées. Je ramène ensuite ces données quantitatives à 1^g de substance sèche de feuilles.



Variations quantitatives de la chlorophylle aux différentes intensités lumineuses. Sur l'axe des abscisses sont marqués les points correspondant aux différentes intensités lumineuses. Les ordonnées représentent les quantités relatives du pigment vert, calculées pour 1^g de substance sèche de feuilles.

Pour montrer les variations quantitatives de la chlorophylle suivant l'éclairement, je donne ici les courbes relatives à quatre des douze espèces de plantes étudiées.

D'une manière générale, comme on le voit d'après ces courbes, la quantité de chlorophylle est plus grande à une lumière atténuée qu'à l'intensité naturelle du jour, dans les conditions où j'ai opéré. Chez le *Picea excelsa* cette augmentation va jusqu'à la dernière limite d'affaiblissement de lumière dont je disposais sous mes châssis. Dans tous les autres cas la production du pigment passe par un maximum après lequel on observe une diminution quand la lumière s'affaiblit davantage. Cette marche de la plupart des courbes montre nettement que, pour la formation de la chlorophylle, il existe un optimum d'éclairement qui est inférieur à l'intensité naturelle de la lumière du jour. La quantité optima de lumière est différente pour les diverses espèces. En outre, pour une même plante elle varie suivant la température. Ainsi on voit sur les courbes relatives au Soleil que le maximum de pigment correspond à l'intensité lumineuse $\beta - 27\alpha$ dans l'expérience n° 1 et à l'intensité $\beta - 3\alpha$ dans l'expérience n° 2. Or, ces deux expériences ont eu la même durée, 14 jours, et pendant ce temps il y a eu de part et d'autre un même nombre de journées claires. Étant donné que la température moyenne pour l'expérience n° 1 a été égale à 18°,7 et pour l'expérience n° 2 à 16°,4, il est donc vraisemblable que le déplacement du point d'optimum dans ce cas était dû à la température.

Le fait que l'optimum d'éclairement pour la production de chlorophylle est inférieur à l'intensité lumineuse maximum du jour a une grande importance biologique, car il nous montre nettement qu'une plante verte peut s'adapter à une lumière affaiblie en augmentant sa production de chlorophylle.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la constance de la composition des sucs végétaux obtenus par des extractions successives*. Note de M. G. **André**, présentée par M. A. Gautier.

J'ai fait voir dans plusieurs Communications récentes (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 972; t. CXLIV, p. 276 et 383) que, lorsqu'on soumet à l'action de pressions croissantes la pulpe des différentes parties d'une plante, l'analyse des sucs que l'on en retire permet de constater les faits suivants. Si l'on examine le rapport des cendres à l'extrait sec et celui de l'azote à l'extrait, on remarque que la *composition* du suc est à peu près constante quelle que soit la pression. La *concentration* des sucs varie, au contraire, assez souvent avec la pression, cette concentration étant plus élevée

pour les pressions les plus faibles ([1]). Cette constance dans la composition des sucs me paraît être générale; je l'ai vérifiée sur les plantes et les organes les plus divers.

I. On obtient des résultats analogues lorsque, après avoir enlevé dans une première opération tous les sucs qui peuvent exsuder sous une pression de 25^{kg} par centimètre carré de surface, on mélange la pulpe restante avec son poids d'eau. Après un contact de 24 ou 48 heures, on soumet le tout à l'action de la presse et l'on récolte séparément le liquide qui s'échappe sous des pressions croissantes de 3^{kg}, $12^{kg},5$, 25^{kg}. Dans les essais indiqués ci-dessous qui ont été exécutés : 1° sur des feuilles de *mâche* (*Valerianella olitoria*), 2° sur de la racine de carotte, le mélange de la pulpe avec de l'eau a été renouvelé 4 fois dans le premier cas, 3 fois dans le second (les chiffres I, II, III indiquent les pressions successives de 3^{kg}, $12^{kg},5$, 25^{kg} par cent. carré). L'expérience a porté sur 1676^{g} de matière fraîche pour les feuilles de mâche, sur 1715^{g} pour la racine de carotte.

Mâche.

		Poids de 10 cm³ de suc à 15°.	Dans 100 parties de suc. Extrait à 110°.	Cendres totales.	Azote total.	PO^4H^3.	K^2O.	Rapports. $\frac{\text{Azote}}{\text{Extrait}}$.	$\frac{\text{Cendres}}{\text{Extrait}}$.	$\frac{PO^4H^3}{\text{Extrait}}$.	$\frac{K^2O}{\text{Extrait}}$.
		g	g	g	g	g	g				
Pression sur pulpe initiale	I.....	10,0826	3,19	0,81	0,15	»	»	0,0470	0,2539	»	»
	II.....	10,0623	2,89	0,77	0,13	»	»	0,0449	0,2664	»	»
	III...	10,0617	2,72	0,73	0,11	»	»	0,0404	0,2683	»	»
1er résidu + eau	I.....	10,0550	2,11	0,52	0,092	»	»	0,0435	0,2464	»	»
	II....	10,0420	2,04	0,50	0,089	»	»	0,0436	0,2450	»	»
	III...	10,0426	1,98	0,52	0,085	»	»	0,0429	0,2626	»	»
2e résidu + eau	I.....	10,0071	1,16	0,25	0,054	»	»	0,0465	0,2155	»	»
	II....	10,0028	1,14	0,25	0,054	»	»	0,0473	0,2193	»	»
	III...	10,0021	1,21	0,24	0,056	»	»	0,0462	0,1983	»	»
3e résidu + eau	I.....	9,9765	0,92	0,19	0,047	»	»	0,0510	0,2065	»	»
	II....	9,9818	0,80	0,16	0,040	»	»	0,0500	0,2000	»	»
	III...	9,9776	0,77	0,15	0,037	»	»	0,0480	0,1948	»	»
4e résidu + eau	I.....	9,9754	0,70	0,15	0,029	»	»	0,0414	0,2142	»	»
	II....	9,9647	0,64	0,14	0,026	»	»	0,0406	0,2187	»	»
	III...	9,9499	0,58	0,12	0,024	»	»	0,0413	0,2064	»	»

Carotte.

Pression sur pulpe initiale	I.....	10,2292	7,57	0,52	0,14	0,072	0,36	0,0184	0,068	0,0095	0,0475
	II....	10,2109	7,16	0,56	0,12	0,067	0,35	0,0167	0,078	0,0093	0,0488
	III...	10,1967	6,51	0,50	0,10	0,069	0,30	0,0153	0,076	0,0106	0,0460

([1]) Ladureau (*Ann. agronomiques*, t. XII, p. 290) a montré que la densité et la richesse saccharine du jus de betterave diminuaient rapidement à mesure que la pression augmentait.

		Poids de 10 cm³ de suc à 15°.	Dans 100 parties de suc.					Rapports.			
			Extrait à 110°.	Cendres totales.	Azote total.	PO^4H^3.	K^2O.	$\frac{\text{Azote}}{\text{Extrait}}$.	$\frac{\text{Cendres}}{\text{Extrait}}$.	$\frac{PO^4H^3}{\text{Extrait}}$.	$\frac{K^2O}{\text{Extrait}}$.
		g	g	g	g	g	g				
1er résidu + eau	I.....	10,0224	2,03	0,14	0,037	0,029	0,10	0,0182	0,068	0,0142	0,0492
	II....	10,0090	1,98	0,15	0,033	0,022	0,09	0,0166	0,075	0,0111	0,0454
	III...	9,9987	1,82	0,15	0,034	0,030	»	0,0186	0,082	0,0164	»
2e résidu + eau	I.....	10,0081	1,29	0,12	0,020	0,017	0,065	0,0155	0,093	0,0131	0,0503
	II....	9,9969	1,22	0,13	0,022	0,019	0,073	0,0180	0,106	0,0155	0,0598
	III...	9,9899	1,22	0,12	0,021	»	»	0,0172	0,098	»	»
3e résidu + eau	I.....	9,9795	0,80	0,13	0,016	»	»	0,0200	0,162	»	»
	II....	9,9890	0,81	0,15	0,015	»	»	0,0185	0,185	»	»
	III...	9,9896	0,86	0,15	0,016	»	»	0,0186	0,174	»	»

L'examen des rapports $\frac{\text{azote}}{\text{extrait}}$, $\frac{\text{cendres}}{\text{extrait}}$ montre que la composition des liquides est à peu près constante, quelle que soit la pression. Si l'on compare les chiffres obtenus d'un épuisement à l'autre, on trouve une constance remarquable de tous ces rapports. Dans le cas de la racine de carotte, le rapport $\frac{\text{cendres}}{\text{extrait}}$ augmente d'un épuisement à l'autre.

Malgré ces traitements réitérés par l'eau froide suivis d'une pression énergique de la masse, on ne retire qu'une fraction de l'azote et des matières salines de la pulpe initiale. Voici l'analyse comparée de la matière sèche de la pulpe initiale de la racine de carotte et de la pulpe finale (après 3 épuisements) (dans 100 parties de matière sèche) :

	Azote total.	Cendres.	PO^4H^3.	K^2O.
Pulpe initiale................	1,64	8,71	0,87	4,18
Pulpe finale.................	1,29	4,82	0,35	1,61
Diminution pour 100 parties de la substance initiale......	21,35	44,67	59,77	61,49

La diminution calculée pour les divers éléments est donc très variable. Elle n'est pas très notable pour l'azote : la forme même qu'affectent les composés azotés dans les végétaux s'opposant en partie à la diffusion. Cette diminution est plus marquée pour la matière minérale et, parmi les éléments de celle-ci, pour l'acide phosphorique et la potasse, dont la majeure partie se rencontre dans les végétaux sous une forme soluble.

II. On trouve des résultats différents lorsqu'on traite la pulpe de carotte fraîche par l'eau, au bain-marie bouillant pendant 100 heures. Après ce traitement, le magma est soumis à l'action d'une pression de 25^{kg} par cent. carré et l'on analyse la pulpe finale. On remarque alors que l'azote et l'acide phosphorique se sont concentrés dans celle-ci (azote = 2,09 dans 100 parties

de matière sèche; $PO^4H^3 = 1,11$). En effet, l'action de la chaleur sur les sucs végétaux a pour effet de coaguler une partie de l'azote albuminoïde; l'acide phosphorique combiné à celui-ci se précipite alors sous forme de phosphates terreux. Au contraire, la potasse passe en presque totalité dans les jus aqueux; la pulpe finale n'en contient plus que 0,095 pour 100 parties de matière sèche, soit seulement 2,3 pour 100 de la quantité contenue dans la pulpe initiale. Si une portion de la potasse que renferment les végétaux est difficilement soluble dans l'eau froide, cette potasse ne résiste plus à l'action prolongée de l'eau chaude, soit que celle-ci constitue un meilleur dissolvant des combinaisons potassiques, soit que, par suite d'une double décomposition, la potasse ait été amenée sous une forme facilement soluble. Il n'existe donc pas, au moins dans l'exemple que j'ai envisagé ici, de composés potassiques insolubles proprement dits.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la tyrosinase sur quelques corps voisins de la tyrosine.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Roux.

L'étude de la mélanogenèse, c'est-à-dire de la production des pigments noirs dans les liquides et les tissus de l'organisme, animal ou végétal, a déjà permis de démontrer le rôle important joué par une diastase oxydante, la tyrosinase, au cours du phénomène.

Dans la plupart des cas, c'est la tyrosine qui est transformée sous l'influence de la tyrosinase et qui donne, par suite d'une oxydation incomplète, naissance au pigment mélanique. Dans les autres cas, au contraire, la substance chromogène n'a pas encore pu être identifiée ni même obtenue.

J'ai examiné, en vue de faciliter l'étude de ces derniers cas et d'éclaircir certaines questions connexes, la manière dont le ferment soluble oxydant se comporte vis-à-vis de diverses substances voisines de la tyrosine, substances dont plusieurs se rencontrent dans les cellules de l'organisme.

La tyrosine, ou acide para-oxyphénylaminopropionique, a d'abord été, en quelque sorte, décomposée pièce à pièce, c'est-à-dire qu'on a préparé, soit en simplifiant cette substance, soit en utilisant les méthodes synthétiques, toute une série de corps dont chacun représente une des étapes de la désintégration complète de la molécule primitive.

Tous ces corps ont ensuite été soumis, en solution aqueuse, à la dilution d'une molécule-gramme dans 100^l, à l'action de la diastase oxydante.

Je me suis servi d'une préparation de tyrosinase du son de froment, qui est, comme je l'ai montré avec W. Mutermilch ([1]), exempte de laccase.

Dans chaque expérience, 2^{cm^3} de solution du corps à examiner étaient additionnés de $0^{cm^3},5$ de solution de tyrosinase à 2 pour 100. L'activité de celle-ci était telle qu'avec la tyrosine la coloration rouge apparaissait nettement après une dizaine de minutes et la coloration noire déjà après 4 à 5 heures. On avait soin de préparer aussi des mélanges témoins avec de la tyrosinase dont la solution avait été rendue inactive en la chauffant 5 minutes dans l'eau bouillante. Enfin, pour éviter l'influence paralysante des fonctions basiques ou acides sur le ferment, on a employé les corps basiques à l'état de chlorhydrates et les corps acides à l'état de sel ammoniacal.

L'oxydation diastasique s'est manifestée par des colorations, en général rapides et intenses, avec les corps suivants :

Noms des corps.	Colorations.
Tyrosine	rouge grenadine, puis noir d'encre.
p.-oxyphényléthylamine	rouge grenadine, puis noir olivâtre ([2]).
p.-oxyphénylméthylamine	jaune orangé, rouge orangé, puis marron clair.
p.-oxyphénylamine	orangée, rouge acajou, puis brune.
Acide *p*.-oxyphénylpropionique	jaune orangé, rouge grenadine, puis brune.
» *p*.-oxyphénylacétique	jaune, jaune orangé, puis brune.
» *p*.-oxybenzoïque	(faible), rose, orangée, puis jaune.
p.-crésol	jaune, orangée, puis rouge.
Phénol	jaune, orangée, rouge, puis brune.

Au contraire, la phénylalanine, la phényléthylamine, la phénylméthylamine, les acides phénylaminoacétique, phénylpropionique et phénylacétique, l'alanine, le glycocolle, etc., n'ont donné aucune coloration.

Comme il est facile de le remarquer, les seuls de tous les corps examinés qui soient oxydables par la tyrosinase renferment un oxhydrile phénolique ; c'est donc sur ce point de la molécule que doit porter l'oxydation diastasique. La grandeur et la nature de la chaîne latérale semblent n'avoir, dans les limites des cas observés, qu'une influence secondaire ; pourvu que cette

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1285.

([2]) Von Fürth et Schneider ont fait réagir la tyrosinase extraite de l'hémolymphe des insectes sur la *p*.-oxyphényléthylamine; mais, comme ils ont opéré en milieu alcalin et que, dans ce cas, la substance s'oxyde déjà seule avec une extrême facilité, ils ont obtenu une coloration brune presque instantanée (*Beiträge z. chem. Physiol. Pathol.*, t. I, 1901, p. 235). D'autre part, Bougault, cité par Harley (*Thèse École sup. de Pharm.*, Paris, 1900), aurait observé une coloration rouge, unique et persistante de l'acide *p*.-oxyphénylpropionique par l'extrait de russule qui est, d'après mes recherches, un mélange de laccase et de tyrosinase.

chaîne ne soit pas trop fortement acide ou basique, elle n'empêche pas l'oxydation.

Aussi est-il possible de compliquer encore la chaîne latérale de la tyrosine sans enlever aux produits obtenus le caractère de l'oxydabilité diastasique. L'éthyltyrosine, la chloracétyltyrosine et la glycyltyrosine, par exemple, sont oxydées et colorées par le ferment soluble avec une extrême facilité.

La première donne une coloration orangée, puis jaune orangé, jaune d'or et enfin un trouble opalescent jaune sale, verdâtre. La deuxième, à la condition d'être transformée en sel neutre, car elle est fortement électro-négative, se colore en jaune d'or, en orangé foncé, puis en rouge intense. Enfin, la dernière devient jaune, puis orangée et d'un rouge acajou très foncé.

La glycyltyrosine est, comme on sait, un dipeptide, c'est-à-dire un des représentants les plus simples de cette longue série de corps, formés par l'association d'acides aminés, qui comprend, d'après les recherches de E. Fischer, toutes les matières protéiques. Elle est dédoublable, comme ces matières protéiques, par certaines diastases hydrolysantes et, dans ce cas, donne 1^{mol} de glycocolle et 1^{mol} de tyrosine. Comme la tyrosinase du son renferme justement une protéase, il était indispensable de s'assurer d'une façon particulière de l'oxydabilité directe du dipeptide par la tyrosinase.

J'y ai réussi en me servant de l'extrait glycériné de *Russula Queletii;* cet extrait possède un fort pouvoir oxydasique, mais ne dédouble pas la glycyltyrosine. Ce dernier point a été établi en faisant réagir dans un tube à deux branches, complètement débarrassé d'oxygène, $0^{cm^3},5$ de l'extrait glycériné sur $0^g,100$ de dipeptide dissous dans 2^{cm^3} d'eau. Après 5 jours de contact, le mélange était encore limpide, il n'y avait pas trace visible de tyrosine mise en liberté. Lorsque, après cette attente, on a laissé rentrer l'air en ouvrant le tube, la coloration a commencé aussitôt, exactement avec la vitesse, l'intensité et les variations de couleur d'un mélange témoin, préparé au moment même, avec des quantités égales d'extrait glycériné et de dipeptide [1].

Les recherches dont je viens de résumer ici les premiers résultats montrent que l'action oxydante de la tyrosinase s'étend, comme celle de la laccase, à tout un groupe de composés chimiques et qu'il ne suffit pas, dans l'étude d'un cas de mélanose, par exemple, de constater l'apparition des colorations rouge et noire sous l'influence de l'air et du ferment pour être en droit de conclure à l'intervention de la tyrosine.

---

(1) J'ai vérifié, d'autre part, l'inactivité complète de la laccase sur le dipeptide.

Elles soulèvent, en outre, la question de savoir si, dans les matières protéiques, sur lesquelles la tyrosinase n'agit pas directement, l'oxhydrile phénolique est encore libre. S'il en était autrement, il faudrait tenir compte, dans l'association des restes d'acides aminés qui compose la matière protéique, d'un mode de liaison qui n'a pas encore été envisagé.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action excito-sécrétoire de la branche interne du spinal sur l'estomac et le pancréas.* Note de MM. **F.-X. Lesbre** et **F. Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

Grâce à une disposition anatomique spéciale permettant de sectionner et d'exciter isolément chacune des deux branches afférentes du ganglion plexiforme, chez le porc, nous avons pu démontrer que le nerf vague doit toutes ses propriétés motrices à l'anastomose qu'il contracte à son origine avec la branche interne du spinal (Voir *Comptes rendus,* séance du 21 janvier 1907).

Il était intéressant de profiter de cette même disposition anatomique pour voir si les effets sécrétoires de l'excitation du vague sont imputables au pneumogastrique proprement dit ou à la branche interne du spinal.

Au lieu d'agir sur les branches afférentes du ganglion plexiforme, nous avons porté les excitations sur les vagues cervicaux, après avoir réséqué, 3 ou 4 mois auparavant, le pneumogastrique d'un côté et la branche interne du spinal de l'autre côté de manière à réduire physiologiquement chacun des pneumo-spinaux à la partie non sectionnée de son côté. De cette manière on évite une cause d'erreur susceptible d'intervenir quand on excite les branches afférentes du ganglion, nous voulons parler de la diffusion des courants excitateurs d'un nerf à l'autre, surtout à redouter quand on a recours à des courants un peu forts.

En conséquence, nous avons d'abord pratiqué, sur un porcelet de 4 mois, préalablement anesthésié au chloralose, la résection du pneumogastrique gauche et de la branche interne du spinal droit. Trois mois après, l'animal étant de nouveau anesthésié par injection intraveineuse de chloralose, nous lui avons découvert, dans la région du cou, les deux pneumo-spinaux, le droit réduit au pneumogastrique par suite de la dégénérescence du spinal, le gauche réduit fonctionnellement au spinal par suite de la section du pneumogastrique; puis le ventre étant ouvert, nous avons vidé l'estomac par une incision faite à sa grande courbure et nettoyé soigneusement sa muqueuse, nous avons en outre introduit une canule dans le canal de Wirsung. Alors, l'excitation, dans sa continuité, du vague cervical droit, réduit au pneumogastrique, n'a eu aucun effet sécrétoire sur le pancréas, ni sur la muqueuse gastrique, quelle qu'ait

été l'intensité des courants excitateurs; tandis que l'excitation du vague gauche, réduit au spinal, a produit au bout de quelques secondes des effets sécrétoires manifestes : la muqueuse gastrique s'est humectée, est devenue brillante en se couvrant d'une nappe liquide, le suc pancréatique s'est mis à couler en gouttes pressées à l'extrémité de la canule du canal de Wirsung.

La même expérience répétée sur un autre sujet, auquel nous avions réséqué, 4 mois auparavant, la branche interne du spinal à gauche, le pneumogastrique à droite, a donné exactement les mêmes résultats : l'excitation des vagues cervicaux, faite cette fois, après section, sur leur bout périphérique, n'a produit avec le gauche, réduit au pneumogastrique, aucun effet sécrétoire; tandis que, avec le droit, réduit au spinal, il y a eu suintement de la muqueuse gastrique et écoulement du suc pancréatique.

Ces effets tardent un peu à se produire et se continuent quelques instants après cessation de l'excitation qui les a provoqués. Lorsque celle-ci est de courte durée, ils commencent après qu'elle a pris fin.

Dans la deuxième expérience nous avons répété une dizaine de fois les excitations comparatives des deux nerfs, à des intervalles suffisants pour permettre à ceux-ci de se reposer : les résultats ont toujours été les mêmes, c'est-à-dire négatifs avec le pneumogastrique, positifs avec le spinal. Les effets sécrétoires étaient mêmes plus prononcés à la fin de l'expérience qu'au début, comme si un certain temps était nécessaire à l'animal pour se remettre du traumatisme opératoire; on sait en effet que la sécrétion pancréatique est très sensible aux modifications vaso-motrices qui accompagnent toujours les vivisections importantes.

En résumé, il semble bien que la branche interne du spinal du porc contienne non seulement les fibres motrices mais encore les fibres sécrétoires, c'est-à-dire toutes les fibres centrifuges du vague.

RADIOGRAPHIE. — *La radiographie des organes abdominaux permet-elle le diagnostic de la mort réelle?* Note (¹) de M. **Béclère**, présentée par M. Ed. Perrier.

A cette question, M. Charles Vaillant, dans une Note présentée à l'Académie des Sciences le 18 novembre 1907, a répondu par l'affirmative. L'estomac et l'intestin, invisibles sur le sujet vivant, à cause de leurs mou-

(¹) Présentée dans la séance du 16 décembre 1907.

vements continuels et de leur transparence, se dessineraient sur le cadavre avec tous leurs détails. La reproduction de ces organes par la radiographie s'expliquerait pour M. Vaillant de la manière suivante :

« Les gaz qui se forment dans ces organes sont en majeure partie des sulfures qui deviennent par leur composition chimique phosphorescents sous l'action des rayons X; cette phosphorescence, l'œil ne peut la percevoir qu'au moyen d'une radioscopie de la région abdominale; ces organes devenant plus lumineux sous l'action des rayons provoquent une surimpression de la plaque photographique aux endroits où leur image se reproduit, leur contenu jouant le rôle d'écran renforçateur. »

Cette interprétation est inadmissible, mais il n'est nullement nécessaire de chercher si loin la raison des différences incontestables offertes par la radiographie des organes abdominaux pendant la vie ou après la mort; deux facteurs bien connus entrent en jeu qui suffisent amplement à en donner l'explication.

Pour quelque organe que ce soit, l'immobilité plus ou moins parfaite est la première condition nécessaire à la netteté de l'image radiographique. C'est ainsi que, pendant la suspension volontaire des mouvements respiratoires et avec une pose de quelques secondes seulement, on obtient sur le vivant, à l'aide des instruments perfectionnés aujourd'hui en usage, des images radiographiques de la charpente fibreuse des poumons aussi nettes et aussi détaillées que sur le cadavre.

Pour que les images radiographiques de deux organes contigus puissent être distinguées l'une de l'autre et nettement délimitées, il est indispensable que ces organes soient, en totalité ou en partie, très inégalement perméables aux rayons qui les traversent, sans quoi les ombres correspondantes, également teintées, se confondent. Cette condition essentielle est réalisée de la manière la plus imparfaite par les circonvolutions de l'intestin grêle, entremêlées et superposées, quand elles se présentent sous l'aspect d'un tuyau aplati dont les parois opposées sont accolées l'une à l'autre. Elle est au contraire réalisée au mieux quand le tube digestif est rempli de gaz et que la masse intestinale est formée, pour ainsi dire, d'une multitude de chambres à air, séparées l'une de l'autre par la double cloison solide qui résulte de l'adossement de deux anses intestinales contiguës. Suivant que chacune de ces cloisons est sensiblement dans le même plan que les rayons de Röntgen qui la traversent ou dans un plan à peu près perpendiculaire à leur direction, l'épaisseur des tissus traversés atteint plusieurs centimètres ou descend à quelques millimètres et l'ombre de l'obstacle, figurée sur l'épreuve radiographique, varie d'intensité depuis la teinte la plus sombre jusqu'à la teinte la plus claire.

Ces deux épreuves radiographiques, obtenues à quelques minutes d'intervalles, dans les mêmes conditions techniques, montrent l'aspect très différent de la masse de

l'intestin grêle d'un cadavre isolée des autres organes abdominaux, suivant que les parois intestinales sont accolées ou écartées par des gaz, de quelque composition chimique que ce soit.

Après la mort, il suffit de ces deux facteurs : d'une part l'immobilité du tube digestif, résultat de la suppression des mouvements passifs imprimés par la respiration et des mouvements actifs dus aux contractions péristaltiques; d'autre part la réplétion gazeuse de l'estomac et de l'intestin, pour expliquer la singulière netteté des images radiographiques de l'abdomen. Certaines portions de l'intestin peuvent d'ailleurs être révélées par la radiographie aussi bien sur le vivant que sur le cadavre et ce sont précisément les portions telles que l'ampoule rectale, le cæcum et les bosselures des côlons qui sont à la fois les moins mobiles et le plus habituellement remplies de gaz. J'ai obtenu une épreuve radiographique du bassin d'un enfant de trois ans, en parfaite santé, montrant nettement l'ampoule rectale, le cæcum et le côlon descendant, plus apparents encore sur des épreuves stéréoscopiques.

Par comparaison, sur d'autres épreuves représentant un fœtus mort-né, les diverses portions du tube digestif n'ont guère plus de netteté que les images précédentes et cependant la radiographie de l'enfant n'a pas demandé moins de 6 minutes de pose pour les deux clichés successifs. Mes clichés datent de 7 ans ; à plus forte raison pourrait-on aujourd'hui, avec les poses de quelques secondes que permet le perfectionnement des instruments et en faisant suspendre les mouvements respiratoires, obtenir sur le vivant des images radiographiques de l'intestin plus étroitement semblables à celles du cadavre.

D'autre part, il est de notion courante, parmi les médecins familiers avec l'exploration radioscopique de l'estomac, que la grosse tubérosité de cet organe se dessine souvent avec une grande netteté sur l'écran fluorescent, surtout chez les sujets maigres ou les malades aérophages, et que pour la faire apparaître quand elle n'est pas visible, il suffit d'avoir recours à l'insufflation avec la sonde ou, plus simplement, à l'ingestion successive d'une solution de bicarbonate de soude et d'une solution d'acide tartrique dont le mélange dans l'estomac donne naissance à du gaz acide carbonique.

Sur cette épreuve radiographique, obtenue pendant la vie en 5 minutes de pose, on voit nettement dessinées, d'une part, l'image sombre de l'estomac rempli de bismuth, d'autre part, les images claires de l'iléon, du cæcum et du côlon descendant remplis de gaz.

En résumé, il n'existe pas dans la netteté plus ou moins grande des images

radiographiques de l'abdomen, pendant la vie ou après la mort, une différence essentielle et caractéristique, mais seulement des différences de degre, variables avec le degré d'immobilité et de réplétion gazeuse du tube digestif, quelle que soit, d'ailleurs, la nature des gaz qui le remplissent.

D'un cadavre non douteux à un sujet bien vivant, ces différences atteignent leur maximum, mais la question est de savoir à quel minimum elles se réduisent, chez une personne en état de mort apparente dont les mouvements respiratoires sont suspendus, et dans les cas de météorisme abdominal ou d'immobilité paralytique de l'intestin; par contre, dans certaines conditions, les contractions péristaltiques du tube digestif peuvent persister plus ou moins longtemps après la mort.

La conclusion s'impose :

Sans nier que la radiographie de l'abdomen soit capable d'aider au diagnostic différentiel de la mort apparente et de la mort réelle, il n'est pas possible, pour qui connaît la complexité et les difficultés du problème, de le considérer comme résolu.

MÉDECINE. — *Propriétés physiologiques des bacilles tuberculeux chlorés.* Note (¹) de MM. **Moussu** et **Goupil**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons indiqué récemment les modifications produites sur le bacille tuberculeux par l'action prolongée du chlore; nous nous proposons d'établir dans cette Note quelques-unes des propriétés physiologiques de ces dérivés chlorés.

La modification de constitution des bacilles étant nettement appréciable par le simple examen bactériologique, il était intéressant de rechercher ce que l'on pourrait obtenir par l'expérimentation. Dans ce but, nous avons inoculé avec ces produits, dérivés bacillaires chlorés, des séries d'animaux d'expériences : cobayes, lapins, chiens, chèvres, moutons et bêtes bovines; chez tous nous avons pu constater que les propriétés des substances injectées étaient comparables et que les conséquences se montraient identiques.

Si tout d'abord, après exposition prolongée à l'air libre, pour laisser disparaître l'excès de chlore d'imprégnation, on fait une émulsion homogène de la masse bacillaire dans la solution physiologique de chlorure de sodium, cette émulsion est franchement acide. Injectée, même en quantités faibles,

(¹) Présentée dans la séance du 16 décembre 1907.

dans les veines de lapins d'expériences, elle se montre très toxique, ce qui pouvait être prévu en raison de son acidité et de la cause de cette acidité. Les animaux meurent rapidement, quelques heures ou quelques jours après l'injection, suivant la dose qui a été administrée.

Si de même on fait des injections sous-cutanées de ces émulsions, l'irritation provoquée par leur acidité détermine des inflammations conjonctives d'intensité variable, qui faussent le résultat des observations.

Il est indispensable, pour étudier les propriétés physiologiques de ces dérivés bacillaires, d'en neutraliser ou même d'alcaliniser légèrement les émulsions. Dans ces conditions, on constate que ces *dérivés bacillaires chlorés injectés sous la peau se résorbent avec la plus grande facilité,* contrairement à ce qui se passe pour des bacilles tuberculeux chauffés, dégraissés, tués ou modifiés par tout autre procédé.

Cette résorption s'accompagne cependant de troubles locaux et généraux. Les premiers se traduisent chez les cobayes par exemple par des phénomènes de congestion, qui vont jusqu'à provoquer de véritables suffusions sanguines du tissu conjonctif sur le point même d'inoculation. La disparition en est assez rapide et il reste seulement de petites indurations en fusée, dont la durée de persistance est en relation avec la dose injectée; mais *jamais on n'a de lésions comparables à celles provoquées par le bacille tuberculeux vivant ou mort.*

Chez le lapin les inoculations sous-cutanées de ces mêmes produits provoquent des lésions semblables, directement visibles par l'examen local de la peau, et leur persistance est toujours en relation avec la dose injectée.

Chez le chien et les bêtes bovines ces phénomènes passent inaperçus, à moins que les doses inoculées n'aient été trop fortes.

Les troubles *généraux* consécutifs à ces inoculations peuvent être enregistrés soit par la thermométrie, soit par l'examen direct. L'examen direct n'est facilement appréciable que chez le chien, et pour constater des troubles nets, il faut recourir à l'injection de doses assez élevées ($0^g,50$ de masse bacillaire, par exemple, pour un chien de 12^{kg} à 15^{kg}). Ces troubles généraux se traduisent par de la tristesse, des frissons, des nausées suivies de vomissements. Leur durée, dans nos observations, n'a pas dépassé 24 à 48 heures.

Les troubles généraux consécutifs, enregistrés par le thermomètre, se traduisent par une réaction thermique qui paraît proportionnelle aux doses injectées.

Cette réaction thermique naît très peu de temps après l'injection des dérivés chlorés, et d'après nos observations, chez le veau, le chien et le lapin, elle atteint son maximum de la sixième à la neuvième heure. Avec des doses fortes, la réaction se montre de plus longue durée.

L'injection intra-veineuse d'émulsions neutres de ces dérivés bacillaires chlorés donne des résultats comparables, mais plus rapides que les injections sous-cutanées. La réaction organique est immédiate, et dans nos expériences le maximum thermique a été atteint 3 à 4 heures après l'injection. L'injection de doses très fortes peut provoquer des accidents mortels immédiats.

Ainsi donc, ces dérivés bacillaires chlorés sont doués de propriétés spéciales, toxiques et autres, assez facilement appréciables chez des sujets sains. La réaction thermique qu'ils provoquent est différente de celle déterminée par la tuberculine, puisqu'on la fait apparaître à volonté chez des sujets bien portants; il se produit en outre une réaction organique dont nous nous proposons d'établir prochainement les effets éloignés.

PATHOLOGIE. — *Contribution à l'étude de l'influence des traumatismes sur la localisation de la tuberculose. Résultats de traumatismes articulaires chez des lapins tuberculisés par la voie digestive.* Note ([1]) de MM. **A. Rodet** et **Jeanbrau**, présentée par M. O. Lannelongue.

Dans les expériences instituées par Max Schüller, Lannelongue et Achard, Von Krause, Friedrich, Honsell, Petrow, en vue de déterminer le rôle du traumatisme dans la production des tumeurs blanches, ces auteurs avaient injecté les produits tuberculeux aux cobayes par les voies veineuse, sous-cutanée, péritonéale, pleurale et trachéale. Sauf les recherches de Petrow, toutes les autres avaient donné des résultats négatifs.

Nous avons repris ces expériences, en utilisant exclusivement des lapins et en choisissant, du moins pour une expérience, des animaux jeunes, en période de croissance, à épiphyses non soudées, nous rapprochant ainsi des conditions de la clinique humaine. Troisième point, nous avons tuberculisé nos animaux par la voie digestive, afin de réaliser les conditions qui sont peut-être les plus habituelles dans l'étiologie de la tuberculose de l'homme. Enfin, nous avons opéré avec des cultures de bacilles de Koch atténuées, entretenues dans le laboratoire depuis plusieurs années.

Nous avons fait deux séries d'expériences : toutes deux ont été négatives. En aucun cas, nous n'avons obtenu de tumeur blanche.

([1]) Présentée dans la séance du 16 décembre 1907.

Première série. — Dix lapins de 2 mois, du poids de 500g en moyenne, reçoivent le 15 janvier 1907, dans l'estomac, à l'aide d'une sonde urétrale en gomme, chacun 5cm³ d'une dilution (¹) de bacilles tuberculeux peu virulents (²).

Le 18 janvier, ces animaux paraissent en bonne santé. Leur poids ne s'est pas sensiblement modifié. Seconde ingestion de 5cm³ de la dilution de bacilles tuberculeux peu virulents. Le même jour, nous pratiquons à chaque animal une entorse violente au genou droit. Chez quatre d'entre eux, nous produisons une fracture fermée sans déplacement de l'extrémité inférieure du fémur.

Ces traumatismes sont répétés 4 jours après sur la même articulation.

Ces dix lapins ont succombé de coccidiose dans le courant de février 1907. Ils ont survécu de 10 jours à 1 mois après la dernière ingestion infectante. Leur autopsie n'a pas permis de découvrir de tuberculose viscérale. Chez deux d'entre eux il existait un abcès périgastrique dû probablement à une ulcération de la paroi stomacale par l'extrémité de la sonde en gomme au moment de l'ingestion.

Chez aucun de ces lapins nous n'avons constaté, au niveau des genoux traumatisés, ni des autres articulations, de lésions infectieuses synoviales ou osseuses. On constatait nettement, sur une section frontale au ciseau (suivant la technique enseignée par le professeur Lannelongue), le processus de réparation de la fracture ou du décollement épiphysaire : mais il n'y avait pas trace de granulation ni d'abcès.

Un de ces lapins, qui survécut 1 mois, avait une épiphyse fémorale volumineuse par suite d'une fracture supra-condylienne du fémur consolidée par un cal exubérant : mais les parties molles, la synoviale et les extrémités articulaires paraissaient indemnes de toute lésion infectieuse. Nous avons cependant inoculé à un cobaye la moelle osseuse de l'épiphyse fémorale de ce lapin, après l'avoir broyée dans 1cm³ d'eau stérilisée. Ce cobaye, sacrifié 6 mois après en bonne santé sans avoir présenté de ganglion au niveau de l'aine, fut trouvé indemne de tuberculose.

Conclusion. — Cette expérience a été abrégée par la mort accidentelle de nos animaux. Elle nous permet cependant de conclure que, dans un délai de 2 à 4 semaines après l'introduction de bacilles atténués par la voie digestive, nous n'avons pas constaté de localisations tuberculeuses sur les jointures traumatisées, chez des lapins *en période de croissance.*

Deuxième série. — Dix lapins adultes, pesant en moyenne 2000g, reçoivent le 2 février, dans l'estomac, chacun 10cm³ d'une dilution de culture de bacilles tuberculeux peu virulents.

(¹) Cette dilution était faite à raison d'une parcelle de culture sur pomme de terre de la grosseur d'un pois dans 50cm³ d'eau stérilisée.

(²) Pour apprécier le degré de virulence de ces bacilles, nous avons inoculé le même jour, sous la peau de la cuisse d'un cobaye, 1cm³ de cette dilution. Sacrifié au bout de 6 mois, ce cobaye présentait une tuberculose discrète, avec légères lésions dans les ganglions du territoire d'inoculation, un petit tubercule dans le poumon droit, rien dans le foie ni dans la rate.

3 jours après, le 6 février, tous ces lapins ont diminué de 100g en moyenne. On leur fait une entorse du genou droit : la jambe placée en extension forcée, on la tord fortement en dedans et en dehors.

Le 11 février, tous ces animaux ont repris leur poids primitif. Nouvelle entorse sur les mêmes articulations qui sont légèrement tuméfiées.

Six de ces lapins ont succombé après avoir survécu de 1 mois et demi à 2 mois. A l'autopsie, leurs viscères ne présentaient pas de lésions tuberculeuses appréciables à l'œil nu. Le genou traumatisé paraissait normal : la synoviale et la moelle osseuse ne présentaient aucune modification par rapport à celles du côté opposé.

Les quatre derniers animaux ont été sacrifiés le 22 juillet. Trois d'entre eux étaient en bonne santé et avaient notablement augmenté de poids. Un seul avait maigri et portait au niveau des deux pieds des abcès *sous-cutanés* contenant un pus crémeux, homogène, dans lequel l'examen sur lame n'a pas décelé de bacilles tuberculeux. Ce pus a été inoculé à un cobaye qui, sacrifié en bonne santé après 1 mois et demi, a été trouvé indemne de lésions tuberculeuses. Sur deux des lapins en apparence bien portants, nous avons trouvé au niveau des poumons des granulations grises, preuve que l'infection par la voie digestive avait été positive et que ces animaux avaient eu à un moment donné des bacilles en circulation dans leur sang. Mais ces granulations de petites dimensions, peu nombreuses, témoignaient d'une faible virulence du bacille ingéré.

Aucun des genoux traumatisés de ces quatre lapins ne présentait trace de lésions tuberculeuses. Les articulations du côté opposé étaient également saines, ainsi que les hanches, les coudes et les épaules.

Conclusions. — Dans cette seconde expérience, faite sur des lapins adultes, l'introduction dans les voies digestives de bacilles atténués de tuberculose humaine a déterminé une infection très discrète à localisation pulmonaire. Malgré cette tuberculisation pulmonaire d'origine digestive, qui fournit la preuve que des bacilles tuberculeux ont été charriés par le sang à un moment donné, nous n'avons pu, même après 6 mois, constater la moindre trace d'une localisation articulaire sur des jointures soumises à des traumatismes fermés.

GÉOLOGIE. — *L'Allier miocène. Un gisement de Vertébrés miocènes, près de Moulins.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, transmise par M. Albert Gaudry.

Une des conquêtes récentes de la Géologie est la reconstitution du tracé des anciens cours d'eau et des faunes qui vivaient sur leurs rives et animaient le paysage aux diverses époques géologiques. Il est possible, aujourd'hui, d'esquisser une partie de cette étude pour l'Allier.

A l'époque miocène, peu avant le principal épisode du soulèvement des Alpes et du rajeunissement du relief du Massif central, ce cours d'eau coulait, dans sa partie amont, à une altitude bien supérieure à celle d'aujourd'hui. Il charriait, sur son trajet, des roches variées, notamment du granite, des gneiss, du quartz et des silex (*chailles*) provenant de formations jurassique alors en place sur les Cévennes ou décalcifiées. Ces dernières roches ont été rencontrées en divers points du Puy-de-Dôme, et j'ai pu constater leur existence au delà de Moulins, jusque vers Nevers.

M. Michel Lévy a montré que certaines de ces alluvions, comme celles de Pardines, près d'Issoire, ne renferment pas d'éléments volcaniques, ce qui prouve que les éruptions volcaniques n'avaient pas encore commencé dans la région du Velay et du Mont-Dore.

M. Boule, par analogie avec ce qu'il avait constaté dans le Velay, pensa que les alluvions à chailles des environs de Clermont devaient également dater du Miocène. Mais, jusqu'ici, on n'avait aucune preuve paléontologique de l'âge véritable de ces formations, conservées sous des nappes de lave, dans le Puy-de-Dôme.

Le gisement de Vertébrés que l'on vient de découvrir aux environs de Moulins, en dehors de son intérêt paléontologique, va permettre de résoudre cette question et de tracer le cours de l'Allier, sur plus de 100^{km}, à l'époque miocène.

Ce gisement a été découvert à Givreuil, dans la propriété de M. Glachet, par M. Bertrand, conservateur du musée de Moulins. Il est remarquable par la belle conservation des fossiles. M. Bertrand m'a permis d'étudier ces derniers et mon éminent maître, M. Gaudry, a bien voulu confirmer mes déterminations.

Le gisement de Givreuil comprend une carrière de calcaires aquitaniens (calcaires en choux-fleur et à phryganes) exploités sur plus de 30^m de haut pour la fabrication de la chaux et dans lesquels on a recueilli : *Rhinoceros* (*Acerotherium*) *Lemanensis, Acerotherium* sp., *Amphitragulus elegans, Plesiomeryx gracilis, Cainotherium commune, Protapirus* (*Hyrachyus*) *priscus, Plesictis robustus*, des ossements d'Oiseaux, des écailles de Crocodiles, des plaques de Tortues, ainsi qu'*Helix arvernensis*.

Cette faune est analogue à la faune célèbre de Saint-Gérand-le-Puy.

Les calcaires aquitaniens sont fortement ravinés par des alluvions remplissant, par places, des poches de plusieurs mètres de profondeur, mais qui, dans leur ensemble, forment à Givreuil et aux environs une terrasse à l'altitude moyenne 280. Cette terrasse domine la vallée de l'Allier d'environ 70^m.

L'une des poches alluviales a fourni la faune suivante :

Dinotherium Cuvieri, Mastodon tapiroïdes, Mastodon angustidens, Rhinoceros aurelianensis, Rhinoceros sp., Crocodiles et Tortues.

Ces espèces sont représentées par d'importants débris de mâchoires et de membres. Leur ensemble constitue une faune d'âge *Miocène moyen* et se place au niveau de celle de Sansan. Elle paraît un peu plus récente que celle des sables de l'Orléanais et plus ancienne que celles du Puy-Courny et des Coirons.

C'est la première faune de cet âge qu'on rencontre dans le massif central.

Les éléments des alluvions comprennent principalement des galets de quartz, de roches cambriennes et des silex (chailles) jurassiques et tertiaires. Les alluvions analogues, avec quelques galets de basalte, situées à 80^{km} en amont vers Clermont (Chanturgue, Puy-de-Var) sous des coulées de basalte et à une altitude d'environ 600^{m}, sont ainsi datées d'une manière certaine. Celles de Pardines sont sensiblement au même niveau.

On peut donc tracer le niveau de l'Allier, au Miocène moyen, sur près de 100^{km}, d'Issoire à Moulins, et le comparer au tracé de l'Allier actuel.

A cette époque, la rivière, descendant de montagnes en partie disparues aujourd'hui, coulait à l'altitude 600 vers Clermont (c'est-à-dire 300^{m} plus haut que le niveau actuel) et à l'altitude 270 vers Moulins. Elle avait donc une pente 5 fois plus forte ($0^{m},04$) qu'aujourd'hui ($0^{m},008$) entre ces deux villes. Il n'est donc pas surprenant qu'elle ait pu charrier des roches à 300^{km} de leur point d'origine.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les fossiles de la tuilerie de Soumailles, commune de Pardailhan.* Note [1] de M. G. VASSEUR, présentée par M. Michel Lévy.

La coupe, relevée à la tuilerie de Soumailles, comprend de bas en haut : 1° argile 4^{m}; 2° sable fin $4^{m},35$; 3° sable fin graveleux, avec concrétions calcaires; cette couche, intercalée dans l'assise sableuse sur 5^{m} de longueur, a $0^{m},25$ d'épaisseur et se termine en biseau, à ses extrémités; 4° sable fin, semblable au n° 2, $1^{m},80$; 5° argile grise et jaune, $2^{m},60$; argile renfermant des lits de calcaire concrétionné ($1^{m},80$) et passant à la partie supérieure au calcaire de Castillon.

Dans cette succession on peut attribuer à l'Éocène supérieur l'argile n° 1; la série sableuse (2, 4) n'est autre que la mollasse du Fronsadais, enfin les couches 5 et 6 forment un terme de passage au calcaire sus-jacent.

---

(1) Présentée dans la séance du 16 décembre 1907.

Les Vertébrés que nous avons recueillis proviennent sans exception du niveau graveleux. Nous aurons fait connaître la richesse de cette couche en ajoutant que notre fouille, pratiquée sur 7^{m^2}, ne nous a pas fourni moins de 45 mâchoires inférieures de *Paloplotherium minus*, quelques portions de maxillaires supérieurs du même animal, de nombreuses dents isolées, divers ossements de Mammifères encore indéterminés, ainsi que des restes de Tortues et de Crocodiles (¹).

Ne pouvant entrer ici dans l'examen détaillé de tous ces fossiles, nous citerons, comme étant la pièce la plus intéressante, une prémolaire inférieure du côté gauche, provenant d'un *genre nouveau de Rhinocéridé*. Cette dent est remarquable par l'allongement qu'elle présente suivant le diamètre antéro-postérieur; elle offre deux lobes repliés comme dans les *Acerötherium*, mais la colline antérieure, presque perpendiculaire à son prolongement externe, dirigé en avant, forme avec lui un angle vif, accusé par une sorte de pincement; enfin la branche antérieure du V se recourbe elle-même à angle droit, en donnant naissance en avant à un nouveau repli (²).

Ces caractères si particuliers nous embarrassèrent tout d'abord, mais nous avons trouvé, dans les collections du Muséum de Marseille, deux maxillaires de Rhinocéridés nouveaux, provenant des argiles stampiennes des environs de cette ville (Saint-Henry) et présentant avec notre fossile certaines analogies.

Ces deux mâchoires furent recueillies vers 1880, par Marion, dans l'exploitation de M. Arnaud; elles appartiennent à deux genres distincts. L'une offre la dentition complète des molaires : $4p$ et $3m$, rappelant par là le Rhinocéros de Java et certains Hyracodontidæ d'Amérique; en avant se montre l'empreinte d'une forte canine. La seconde, incomplète pour la partie postérieure, se compose des deux mandibules, portant chacune une incisive, suivie d'une canine très réduite et enfin de 5 molaires. La troisième prémolaire, *de cette série*, offre quelques rapports avec $p\,3$ de la mâchoire précédente et se rapproche de la prémolaire que nous avons trouvée; elle en diffère cependant par un moindre développement de la région antérieure qui ne présente ici qu'un repli rudimentaire.

(¹) Comme déduction de cette découverte, il est rationnel de considérer aujourd'hui l'argile à *Paloplotherium* de Gravelines comme appartenant à l'assise mollassique du Fronsadais.

(²) Nous donnerons prochainement une figure et une description plus détaillée de cette prémolaire.

Les analogies sont néanmoins assez accusées pour que nous puissions rapporter notre fossile à un nouveau genre de Rhinocéridé, forme, sans doute, étroitement apparentée avec les *Acerotherium*.

Nous signalerons encore de ce gisement une molaire inférieure d'un grand *Paloplotherium*, une portion de canine très comprimée (type inconnu dans l'Éocène), une autre canine de grande dimension et une incisive de petit Rongeur.

La faune de Soumailles, caractérisée par l'abondance extraordinaire des *Paloplotherium* et par un Rhinocéridé, n'a fourni jusqu'à présent aucun reste de *Palæotherium*.

Ce fait est d'autant plus à remarquer que l'assise immédiatement inférieure à la mollasse, le calcaire de Villeréal, renferme dans la région voisine de nombreux débris de ces animaux, associés à divers types du gypse parisien.

En admettant donc que nous découvrions un jour des *Palæotherium* à ce niveau ([1]), leur rareté resterait tout au moins très significative.

Les observations précédentes montrent que dans le Sud-Ouest le début des temps oligocènes fut marqué par l'apparition d'une faune nouvelle, alors que les *Palæotherium* étaient sur le point de disparaître (Ronzon). *Elles concordent d'autre part avec les données que nous possédons sur la faune marine de l'Éocène supérieur*, et qui nous permettent de maintenir la limite de cet étage à la base des marnes vertes parisiennes et de la mollasse du Fronsadais.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *L'Agout, tributaire de l'Aude, et la vallée du Lhers mort.* Note de M. J. **Blayac**.

Le plus important des affluents du Tarn, l'Agout, qui prend sa source dans les montagnes de l'Espinouse au sud du Massif central, était à une époque quaternaire ancienne, tributaire de l'Aude, comme l'avait bien reconnu Magnan ([2]).

Cet état de choses n'a cessé que lorsque l'Agout inférieur (partie com-

([1]) Nous tenons à remercier ici le tuilier de Soumailles, M. Cruon, de l'obligeance avec laquelle il a facilité nos recherches; un contrat passé avec lui nous réserve le droit de fouilles.

([2]) *Bull. Soc. Hist. nat. de Toulouse*, t. IV, 1870, p. 120-144, pl. II.

prise entre Lavaur et Castres), ayant poussé sa tête jusqu'à la bordure des terrains tertiaires du Castrais et des terrains anciens de la Montagne Noire, captura à son profit l'Agout supérieur. Quand Magnan écrivit son Mémoire, les phénomènes d'érosion régressive, malgré les travaux de Surell, étaient à peu près ignorés; aussi ne donna-t-il aucune explication du changement de lit de cette rivière.

A sa sortie des terrains anciens, à Castres, l'Agout dévie brusquement vers l'Ouest alors que, dans le prolongement de sa direction primitive très voisine de NS, s'ouvre une vallée très large formée au détriment des terrains tendres tertiaires et à leur contact avec les terrains primaires de la Montagne Noire. Cette vallée est actuellement suivie par le Sor, petit ruisseau à nombreux méandres qui joint l'Agout à Vielmur, un peu en aval de Castres. D'après Magnan, cette vallée présenterait cinq niveaux d'alluvions quaternaires. Le niveau supérieur a été reconnu par M. Vasseur et ses collaborateurs de la feuille géologique de Castres comme appartenant à l'Éocène supérieur (mollasse de Blan, souvent graveleuse). Les quatre autres m'ont paru se réduire à deux, dont le plus ancien se présente aujourd'hui sous la forme de lambeaux qui s'échelonnent nettement suivant la direction de la vallée avec des altitudes décroissantes depuis Castres jusqu'aux parages de la source du Sor (Le Vacant, près Saix 254^m; Saint-Affrique 243^m; Luarié, près Verdalles 250^m; Belleserre 237^m; etc.).

De la vallée du Sor on passe dans celle du Fresquel, affluent de l'Aude, par un seuil sans relief, aisément suivi par la rigole qui amène les eaux du versant ouest de la Montagne Noire dans le canal du Midi. La jonction de la rigole et du canal se fait à Naurouze sur une plaine quaternaire bien improprement appelée *col*, encore marécageuse, et qui sépare la vallée du Fresquel de celle du Lhers mort, affluent de la Garonne. Ces trois vallées Sor-Fresquel-Lhers se soudent donc à leur source en une vaste plaine au nord de laquelle seulement affleure le Tertiaire (mollasses, calcaires lacustres, poudingues). Mais sur ce dernier j'ai constaté, après M. Vasseur qui les a marqués de la lettre P sur la feuille géologique de Toulouse, la présence d'un lambeau d'alluvions anciennes (8^{km} de long sur 500^m à 1500^m de largeur) à gros galets de quartz et de quartzites roulés. Ce lambeau est bien dirigé dans le sens de la vallée; il s'incurve comme elle et comme la bordure voisine des terrains primaires, et constitue la suite naturelle des lambeaux quaternaires de la vallée du Sor signalés plus haut, car son altitude diminue du Nord au Sud-Est et varie de 240^m à 206^m à Soupex. Il est indéniable qu'un cours d'eau parallèle au bord de la Montagne Noire passait par Castres, Belleserre, Soupex et devait se continuer, pour rejoindre l'Aude, par la vallée du Fresquel, d'ailleurs parsemée encore aujourd'hui de marécages. Le long de cette large vallée du Fresquel j'ai observé, après M. Bresson qui les a délimités sur la feuille de Carcassonne, de nombreux paquets d'alluvions anciennes appartenant à un niveau qui est la continuation de celui de Soupex-Belleserre (entre Ricaud et Castelnaudary : altitudes variant entre 198^m et 208^m). Les hauteurs de ce niveau vont régulièrement en décroissant jusqu'à l'Aude (139^m), dont le lit est actuellement à 100^m à Carcassonne.

En résumé, on peut aller de Castres sur l'Agout à Carcassonne sur l'Aude,

en suivant de nombreux témoins d'une terrasse quaternaire dont l'altitude va toujours en diminuant. Seul l'Agout peut avoir formé cette terrasse. Il était donc alors tributaire de l'Aude.

Les observations de Magnan, quoique entachées de quelques erreurs, se trouvent donc dans leur ensemble confirmées par les miennes.

Mais là ne se bornent pas les phénomènes hydrographiques de cette contrée. Le Lhers mort, tandis que s'accomplissait la capture de l'Agout à Castres, pénétrait aussi par érosion régressive au delà de Naurouze dans l'ancien lit de cette rivière.

En effet la vallée du Lhers, bien connue aussi sous le nom de *Vallée du canal du Midi,* qui est dans le prolongement direct de celle du Fresquel, se relie à celle-ci par la plaine de Naurouze (190^m d'altitude) bien nivelée, recouverte de limons quaternaires qui se soudent aux dépôts du même genre des hautes vallées attenantes. Une communication entre celles-ci existait à la période quaternaire où l'Agout dépendait de la Méditerranée, car sur les deux rives du Lhers existe, au-dessus des alluvions modernes (limons et graviers calcaires), une terrasse d'alluvions anciennes à gros galets de quartz roulés particulièrement visible entre Villefranche-de-Lauraguais et Toulouse.

Or le bassin actuel du Lhers est en entier formé de terrains tertiaires (mollasses, calcaires lacustres, poudingues à galets calcaires dits *de Palassou*). Ce fait avait d'ailleurs frappé Leymerie [1] qui a écrit en 1854 que la présence de cette terrasse à galets de quartz avait été formée par une ancienne rivière venant de la Montagne Noire.

Nous avons donc la preuve que le Lhers mort, par un phénomène concomitant de celui qui a permis à l'Agout inférieur de capturer son cours supérieur, a poussé lui aussi sa tête au delà de Naurouze,

C'est alors qu'une partie des eaux de l'Agout encore affluent de l'Aude a dû se déverser dans la Garonne par la vallée du Lhers, d'ailleurs très large et tout à fait disproportionnée au maigre ruisseau qui la draine aujourd'hui.

L'Agout était donc en deux points différents attiré vers la Garonne et devait fatalement abandonner la Méditerranée. C'est l'Agout inférieur, alors simple affluent du Tarn mais mieux placé, probablement plus actif que le Lhers et à un stade d'érosion régressive plus avancé, qui définitivement l'entraîna avec lui vers l'Océan.

Depuis cet événement, le Lhers mort, ainsi bien dénommé, privé de l'appoint d'eau considérable qu'il recevait de l'Agout, est trop faible pour franchir les alluvions de la

---

(1) A. Leymerie, *Notice géologique sur le pays toulousain* (*Journ. d'Agr. pr.*, 1854, p. 24).

Garonne qu'il rejoignait auparavant à Toulouse comme le prouve la soudure de la terrasse ancienne à la terrasse inférieure du fleuve. Il coule parallèlement à la Garonne sur une distance de 20^{km} environ et ne l'atteint qu'à Grenade, après avoir recueilli sur son passage les eaux de quelques petites rivières.

La présence, dans la terrasse inférieure de la Garonne à Toulouse et aux environs, d'*Elephas primigenius* et de *Rhinoceros tichorhinus*, date ces curieux phénomènes de capture.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches sur les variations du potentiel terrestre.* Note de M. **Albert Nodon**, transmise par M. Wolf.

Dans une Note présentée à l'Académie le 16 septembre dernier, j'ai fait connaître un dispositif expérimental nouveau permettant de mesurer les variations du potentiel terrestre. J'annonçais que des variations rapides et de grande amplitude du potentiel terrestre semblaient être l'indication de troubles prochains dans l'atmosphère, tels que tempêtes, orages ou encore des séismes.

Je rappellerai que cette méthode consiste essentiellement dans l'emploi d'un électromètre sensible et parfaitement isolé que l'on dispose dans une cage de Faraday reliée au sol. L'électromètre étant chargé positivement et sa charge restant constante, cet instrument accuse les variations de potentiel que peut subir la cage dans laquelle il est enfermé et il permet, par conséquent, de mesurer les variations correspondantes de la charge terrestre.

Cet appareil, dont la sensibilité est grande, m'a permis de faire la première série d'observations générales suivante : le potentiel terrestre conserve une valeur sensiblement constante pendant les périodes de beau temps. Les changements de temps sont annoncés par des variations dans la charge terrestre. Les troubles atmosphériques plus profonds, tels que les orages, les tempêtes, les cyclones, sont annoncés par des variations pouvant dépasser une centaine de volts par minute. Enfin les séismes paraissent correspondre aux troubles les plus profonds. Les variations du potentiel terrestre peuvent alors atteindre 300 à 400 volts par seconde et, de plus, la prévision du phénomène peut avoir lieu plusieurs heures à l'avance.

Les variations sont d'autant plus prononcées que l'on s'éloigne davantage de la surface du sol. J'ai déjà pu constater, au sommet du Pic du Midi, des variations de plusieurs centaines de volts par minute, pendant une période

peu troublée de l'atmosphère. J'ai également pu observer des variations dans la charge terrestre, à l'époque de la pleine lune et pendant la période où cet astre s'élevait sur l'horizon.

J'ai eu, en dernier lieu, l'occasion de faire l'intéressante observation suivante :

J'avais disposé, le 13 décembre 1907, mon appareil dans une pièce close située dans mon observatoire de Bordeaux, et l'instrument n'accusa aucun trouble sensible dans la matinée de ce jour, de 8^h à 9^h. A $1^h 15^m$ de l'après-midi, le temps étant beau, quelque peu nuageux avec léger vent de SO et pression normale, rien ne faisait présager des troubles atmosphériques prochains. Cependant l'électromètre manifestait alors des troubles profonds dans la charge terrestre. Les oscillations de l'appareil, brusques et irrégulières, atteignaient parfois une valeur de 350 volts par seconde. Ces troubles violents persistèrent jusqu'à $1^h 45^m$, puis ils diminuèrent graduellement. Ils n'atteignaient plus que 20 volts à $2^h 30^m$, et la durée des oscillations était beaucoup plus lente. A $6^h 30^m$ du soir tout trouble avait disparu. Ces résultats me donnèrent la certitude de séismes et de troubles atmosphériques prochains et particulièrement intenses, et je crus devoir en aviser aussitôt quelques notabilités scientifiques.

Mes prévisions furent, du reste, entièrement confirmées par les troubles sismiques et le violent ouragan qui affligèrent l'Europe occidentale, depuis la soirée du 13 jusqu'à celle du 14 décembre.

Des séismes eurent lieu en Calabre, en Bretagne et à Angers, et un violent ouragan, accompagné de phénomènes électriques, exerça ses ravages sur l'Océan, sur la Manche, sur la Méditerranée, sur l'Angleterre, la France et l'Italie.

En présence des précieuses indications que cette nouvelle méthode semble devoir donner pour la prévision du temps, des tempêtes et des séismes, j'ai entrepris l'étude d'un appareil enregistreur du potentiel terrestre. Il est présumable que les indications que fournira cet instrument seront d'un réel intérêt pour les observatoires.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 décembre 1907.

Détermination de la vitesse de la lumière d'après les observations exécutées entre l'Observatoire de Nice et 1° : La Gaude, 2° le mont Vinaigre, par MM. Perrotin et Prim. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4° (en épreuves). (Présenté par M. le général Bassot, pour un prix d'Astronomie de l'année 1908.)

Catalogue de nébuleuses découvertes avec le grand équatorial de l'Observatoire de Nice, par M. Javelle. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4° (en épreuves). (Présenté par M. le général Bassot, pour un prix d'Astronomie de l'année 1908.)

Étude des mouvements vibratoires dans les ponts à poutres droites à une travée et dans les ponts suspendus à tablier continu simplement appuyés aux culées, par M. E. Lebert. Vannes, 1899; 1 fasc. in-8°.

Étude de courbes pouvant servir au tracé de l'axe neutre des arcs de grande portée, par M. E. Lebert. Vannes, 1900; 1 fasc. in-8°.

Étude de la déformation élastique dans les pièces comprimées horizontales, par M. E. Lebert. Vannes, 1902; 1 fasc. in-8°.

Ponts suspendus et ponts en arc, par M. E. Lebert. Vannes, 1905; 1 fasc. in-8°.

[Les quatre Opuscules de M. E. Lebert sont présentés par M. Maurice Levy, pour le Concours du prix Montyon (Mécanique) de 1908.]

Force et matière. Éléments de la mécanique du choc, par le comte de Maupeou d'Ableiges. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Cours d'Électricité, par H. Pellat. Tome III : *Électrolyse. Électrocapillarité. Ions et Électrons.* Paris, Gauthier-Villars, 1908, 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Mutation et traumatismes, par L. Blaringhem. Paris, *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique,* 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaston Bonnier. Hommage de l'auteur.)

M. Bouchard présente les dix Opuscules suivants de MM. G. Leven et G. Barret :

Radioscopie gastrique appliquée à l'étude du séjour des liquides dans l'estomac, par M. G. Leven. (Extrait des *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie,* 20 décembre 1902.) 1 fasc. in-8°.

Mensuration radioscopique de l'estomac et diagnostic de la ptose gastrique, par MM. G. Leven et G. Barret. (Extrait des *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 24 octobre 1903.) 1 fasc. in-8°.

Ulcère de l'estomac et pansement au bismuth, critique radioscopique, par MM. G. Leven et G. Barret. (Extrait de la même publication, 2 décembre 1905.) 1 fasc. in-8°.

Radioscopie gastrique, technique spéciale et applications cliniques, par G. Leven et

G. BARRET. (Extrait de la *Presse médicale,* n° 78, 16 septembre 1905.) Paris, Masson et Cie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Radioscopie gastrique, forme, limite inférieure et mode de remplissage de l'estomac, par G. LEVEN et G. BARRET. (Extrait de la *Presse médicale,* n° 9, 31 janvier 1906.) 1 fasc. in-8°.

Radioscopie gastrique : L'estomac du nourrisson, par MM. G. LEVEN et G. BARRET. (Extrait des *Comptes rendus de la Société de Biologie,* séance du 26 mai 1906; t. LX, p. 930.) 1 fasc. in-8°.

Radioscopie gastrique : L'estomac du nourrisson, forme, limite inférieure, mode de remplissage et d'évacuation, par G. LEVEN et G. BARRET. (Extrait de la *Presse médicale,* n° 63, 8 août 1906.) 1 fasc. in-8°.

Radioscopie gastrique, application à l'anatomie, la physiologie et la pathologie, par MM. G. LEVEN et G. BARRET. (Extrait des *Archives des maladies de l'appareil digestif,* numéro de mars 1907.) 1 fasc. in-8°.

Définition de la dilatation de l'estomac basée sur la radioscopie gastrique, par MM. G. LEVEN et G. BARRET. (Extrait de la *Presse médicale,* n° 46, 8 juin 1907.) 1 fasc. in-8°.

Radiographie gastrique : L'estomac des aérophages, par MM. G. LEVEN et G. BARRET. (Extrait des *Archives des maladies de l'appareil digestif et de la nutrition,* n° 10, octobre 1907.) Paris, Octave Doin; 1 fasc. in-8°.

État indépendant du Congo. Mision Émile Laurent (1903-1904). *Énumération des plantes récoltées par Émile Laurent, avec la collaboration de M. Marcel Laurent, pendant sa dernière Mission au Congo,* par E. DE WILDEMAN; 5e fasc., p. I-VIII, CXXI-CCXXV et 451-617. Bruxelles, imp. F. Vanbuggenhoudt, novembre, 1907; 1 recueil in-4°, formant étui.

Société de Secours des Amis des Sciences. Compte rendu du cinquantième exercice; 44e séance publique annuelle, tenue le 29 *juin* 1907. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 DÉCEMBRE 1907.

Précis de Minéralogie, par A. DE LAPPARENT, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; 5e édition revue et corrigée, avec 335 gravures dans le texte et une planche chromolithographiée. Paris, Masson et Cie, 1908; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Leçons sur la viscosité des liquides et des gaz, par MARCEL BRILLOUIN; 2e Partie : *Viscosité des gaz; caractères généraux des théories moléculaires.* Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Maurice Levy.)

Le Plateau central nigérien. Une mission archéologique et ethnographique au Soudan français, par LOUIS DESPLAGNE, contenant une Étude anthropologique de

M. HAMY, et une Note minéralogique de M. LACROIX, Membres de l'Institut. Paris, Émile Larose, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage du Gouvernement général de l'Afrique occidentale française.)

Régence de Tunis. Protectorat français. Direction générale des Travaux publics. Carte géologique de Tunisie. *Études de Paléontologie tunisienne : 1° Céphalopodes des terrains secondaires*, par L. PERVINQUIÈRE. Texte et Atlas. Paris, F.-R. de Rudeval, 1907; 1 vol. et 1 fasc. in-4°.

Les prix Nobel en 1905. Stockholm, Imprimerie royale, P.-A. Norstedt et fils, 1907; 1 vol. in-8°.

The Danish Ingolf-Expedition; t. IV, part 2, contents : *Echinoidea,* by TH. MORTENSEN, with 19 plates and 27 figures in text. Copenhague, 1907; 1 vol. in-4°.

Sobre las principales materias explosivas militares é industriales, por RAUL BARRERA. Prologo, del Dr FRANCISCO-B. REYES. Paris, A. et R. Roger et F. Chernoviz, 1908; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Transactions of the Clinical Society of London, t. XL. Londres, 1907; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 DÉCEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION CENTRALE ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1908, lequel doit être choisi dans l'une des Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49, M. Bouchard obtient l'unanimité des suffrages exprimés.

M. **Bouchard**, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission administrative pendant l'année 1908.

MM. **Maurice Levy** et **Bornet**, ayant réuni la majorité des suffrages, sont proclamés élus.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. H. Becquerel fait hommage à l'Académie des *Comptes rendus des séances de la quatrième Conférence générale des Poids et Mesures,* qui s'est réunie sous sa présidence, en octobre 1907, à Paris, et d'un *Rapport sur les récents progrès du Système métrique,* présenté par M. *Ch.-Ed. Guillaume* à la Conférence.

M. le Secrétaire perpétuel fait connaître un vœu émanant du Bureau des Longitudes, relatif à l'application correcte du Système métrique.

(Renvoi à une Commission composée de MM. Darboux, Bouquet de la Grye, Mascart, Lippmann, Poincaré, Radau, Violle.)

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la greffe des plantes à acide cyanhydrique.* Note de M. L. Guignard.

La greffe est considérée depuis longtemps comme une association par juxtaposition de deux individus, dont chacun conserve ses caractères propres, sans qu'il y ait mélange de propriétés entre les parties soudées. Elle représente une sorte d'unité fédérative laissant aux intéressés leur autonomie; elle a le grand avantage de fixer et de maintenir les variations introduites dans l'œuf, sans introduire par elle-même aucune variation nouvelle.

Cette façon d'envisager la greffe, qui s'appuie sur une pratique séculaire, a été très vivement combattue dans ces derniers temps. On s'est efforcé de montrer qu'il existe entre les deux individus associés une influence réciproque, entraînant des changements plus ou moins profonds non seulement dans leurs caractères morphologiques, mais aussi dans leur composition chimique. Par suite de la « coalescence des plasmas » et du mélange des propriétés spécifiques, il se produirait même une véritable hybridation asexuelle.

Dans cette manière de voir, on entrevoit sans peine les inconvénients possibles du greffage au point de vue de la conservation des caractères spéci-

fiques; car, s'il peut exister des greffages améliorants, d'autres pourront avoir de fâcheux résultats.

Il est certain que la présence du bourrelet formé au niveau de la soudure des plantes associées, ainsi que la différence de leurs capacités fonctionnelles, peuvent changer les conditions normales de végétation. Mais les caractères et le chimisme spécifiques de ces plantes sont-ils réellement modifiés dans leur essence?

Sans rappeler ici les contradictions auxquelles ce sujet très complexe a donné lieu, tout récemment encore, tant au point de vue des variations morphologiques qu'à celui de l'hybridation asexuelle, je n'aborderai dans cette Note que le côté de la question qui se rapporte à la migration des substances chimiques chez les individus greffés.

On a souvent invoqué, comme preuve de cette migration, une observation déjà ancienne de M. Strasburger (¹) sur la greffe des Solanées.

Des pieds de Pomme de terre, greffés avec le *Datura Stramonium*, avaient produit des tubercules dans lesquels la présence de l'atropine parut certaine au chimiste qui s'était chargé d'en faire l'analyse.

Un résultat analogue a été signalé dans ces dernières années par M. Ch. Laurent (²), à propos du greffage de la Belladone sur la Tomate : l'atropine aurait passé du greffon dans le sujet. Il n'en serait plus de même dans la greffe inverse, l'alcaloïde n'offrant pas de migration ascendante de la Belladone dans la Tomate.

Mais, plus récemment, l'expérience de M. Strasburger, répétée d'abord par M. Lindemuth (³), ensuite par MM. A. Meyer et E. Schmidt (⁴), n'a pas permis à ces auteurs de constater, d'une façon certaine, le passage de l'atropine du *Datura* dans les tubercules de la Pomme de terre.

La question de l'influence réciproque du sujet et du greffon, au point de

---

(¹) E. Strasburger, *Ueber Verwachsungen und deren Folgen* (*Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, t. III, 1884; *Generalversammlung*, p. xxxiv).

(²) Ch. Laurent, *Sur la présence de l'atropine dans des greffes de Belladone sur Tomate* (Assoc. fr. pour l'avancement des Sciences, Congrès de Cherbourg, 1905). — *Sur la variation de la quantité d'atropine et la recherche de cet alcaloïde dans les greffes de Tomate et de Belladone* (*Revue bretonne de Botanique*, n° 2, 1906).

(³) H. Lindemuth, *Ueber angebliches Vorhandensein von Atropin in Kartoffelknollen infolge von Transplantation und über die Grenzen der Verwachsung nach dem Verwandtschaftsgrade* (*Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, 28 nov. 1906).

(⁴) Arthur Meyer und Ernst Schmidt, *Die Wanderung der Alcaloïde aus dem Pfropfreise in die Unterlage* (*Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, 23 avril 1907).

vue de la migration des alcaloïdes, ne paraît donc pas encore suffisamment élucidée.

Il m'a semblé que les plantes à acide cyanhydrique pourraient être employées avec avantage dans une étude de ce genre. Tandis que l'on ne sait pas encore si les alcaloïdes des Solanées, comme d'ailleurs ceux de beaucoup d'autres végétaux, sont des matières de réserve ou des produits d'excrétion, les divers glucosides cyanhydriques actuellement connus représentent des substances qui interviennent dans la nutrition et sont capables de circuler dans les organes de la plante. D'autre part, l'acide cyanhydrique, même à l'état de traces, peut être extrait et mis en évidence avec autant de certitude que de facilité, ce qui n'est pas précisément le cas de la plupart des alcaloïdes.

Mes expériences ont porté sur des plantes herbacées et sur des plantes ligneuses. Les premières étaient représentées par des variétés du *Phaseolus lunatus* riches en glucocide cyanhydrique, que l'on a greffées avec le Haricot vulgaire; les secondes appartenaient aux genres *Photinia* et *Cotoneaster* parmi les Rosacées, et leur greffage avait été fait sur Cognassier ou sur Aubépine (¹).

1. A la germination, la jeune tige des Haricots développe, comme on sait, au-dessus des cotylédons, deux premières feuilles opposées, simples et transitoires; tandis que les feuilles typiques sont isolées, composées et durables. Le greffage était fait au-dessus des deux feuilles primordiales, à 15^{cm} ou 20^{cm} de la base de la tige. En général, la soudure complète n'exigeait pas plus d'une huitaine de jours.

Lorsqu'on employait comme sujet le *Ph. lunatus* et comme greffon le Haricot vulgaire, on laissait se développer sur le premier un ou deux rameaux feuillés, de façon à lui permettre d'élaborer une certaine quantité de glucoside cyanhydrique. Sans cette précaution, le sujet, réduit à sa racine et à une tige courte ne portant que les deux feuilles primordiales caduques, n'eût renfermé qu'une proportion de glucoside trop faible pour que l'expérience fût démonstrative.

Après la formation de ces rameaux feuillés sur le sujet, et alors même que la quantité d'acide cyanhydrique fournie par eux dépassait $0^{g},050$ dans plusieurs cas, aucune trace de ce corps ne put être obtenue avec le greffon.

Dans la greffe inverse, c'est-à-dire lorsque le *Ph. lunatus* servait de greffon, on n'obtint pas non plus la moindre réaction de l'acide cyanhydrique avec le Haricot vulgaire, soit que celui-ci fût représenté simplement par une tige courte et nue, soit qu'on eût laissé se développer, comme dans la première sorte de greffe, un ou plusieurs rameaux feuillés au-dessous de la soudure, de façon à déterminer un appel des matériaux élaborés par le greffon.

(¹) Un travail détaillé paraîtra prochainement sur ce sujet dans les *Annales des Sciences naturelles*.

En aucun cas, dans ces deux sortes de greffes, dont le nombre dépassa la centaine, il ne fut possible de constater la migration de l'acide cyanhydrique, ni du sujet dans le greffon, ni du greffon dans le sujet.

2. Les greffes étudiées chez les Rosacées étaient celles du *Photinia serrulata* et de plusieurs *Cotoneaster* (*C. frigida, C. microphylla, C. bacillaris, C. affinis, C. acutifolia*). Ces diverses plantes fournissent, comme je l'ai montré l'an dernier ([1]), de l'acide cyanhydrique en quantité très notable et parfois même aussi élevée que chez le Laurier-cerise. Le glucoside qui lui donne naissance, en même temps qu'à l'aldéhyde benzylique et au glucose, est-il identique dans ces différentes espèces, ou bien existe-t-il plusieurs glucosides distincts? On ne le sait pas encore. C'est la feuille qui en renferme la plus forte proportion; mais la tige elle-même en contient aussi dans son écorce une quantité suffisante pour donner, suivant les espèces, de $0^{g},020$ à $0^{g},080$ pour 100 d'acide cyanhydrique.

Des deux plantes prises comme sujets, le Cognassier et l'Aubépine, la première renferme également une petite quantité de principe cyanhydrique dans ses jeunes feuilles et dans l'écorce des rameaux feuillés; mais ce principe tend à disparaître dès que les rameaux ne portent plus de feuilles. Chez la seconde, les très jeunes pousses seules donnent les réactions de l'acide cyanhydrique. Par conséquent, la tige de l'une ou de l'autre de ces plantes pouvait être employée comme sujet, dans le cas actuel, au même titre que le Haricot vulgaire dans les expériences précédentes.

D'autre part, en raison même de la propriété que ces deux plantes possèdent de former normalement, tout au moins dans leurs organes jeunes, une petite quantité d'un glucoside cyanhydrique, il était intéressant de rechercher si les glucosides du même genre, fabriqués par le *Photinia* et les *Cotoneaster,* circuleraient plus facilement dans la tige du Cognassier ou de l'Aubépine que dans celles des plantes qui sont dépourvues de cette propriété physiologique.

La plupart des greffes ayant été faites vers la base de la tige du sujet, à une hauteur de 5^{cm} à 15^{cm}, l'analyse eut lieu soit 1 an, soit 2 ou même parfois 3 ou 4 ans après le greffage. Pour rechercher l'acide cyanhydrique, on écorçait la partie du greffon et celle du sujet adjacentes au bourrelet, en ne laissant sur ce dernier qu'un anneau d'écorce ayant à peine 2^{cm} de hauteur.

L'examen comparatif des deux lots d'écorce ainsi prélevée sur le greffon et sur le sujet n'a permis de constater aucune migration du principe cyanhydrique du premier dans le second. Et pourtant, ce composé existait parfois en proportion relativement élevée dans le greffon au voisinage immédiat du bourrelet. Par exemple, dans l'une des greffes de *Photinia,* l'écorce donnait jusqu'à $0^{g},078$ pour 100 d'acide cyanhydrique; au contraire, celle du sujet, constitué par le Cognassier, n'en fournissait pas la moindre trace. Les choses semblent se passer comme si les tissus du Cognassier, habitués en quelque sorte, soit à la nature spéciale du glucoside qu'ils fabriquent, dans l'hypothèse où ce composé n'est pas identique à celui du *Photinia,* soit à une certaine dose de ce glucoside, dans le cas où il est le même pour les deux plantes, ne

([1]) L. GUIGNARD, *Nouveaux exemples de Rosacées à acide cyanhydrique* (*Comptes rendus,* 1er octobre 1906).

pouvaient s'accommoder ni d'un autre composé cyanique, ni d'une proportion du même composé plus élevée que celle qu'ils élaborent dans les conditions normales.

Toutefois, le résultat est différent lorsque les individus associés appartiennent, non plus à deux genres distincts, comme dans les cas dont il vient d'être question, mais à un même genre, comme par exemple le *Cotoneaster microphylla* et le *C. frigida*. Ici, le glucoside cyanhydrique est sûrement identique dans les deux espèces et, si l'on greffe la première sur la seconde, on constate nettement, par des analyses comparatives faites sur des pieds greffés ou non greffés, le passage du glucoside du greffon dans l'écorce du sujet.

En résumé, lorsqu'une plante à glucoside cyanhydrique est greffée sur une autre plante totalement dépourvue de ce composé, ou inversement, il n'y a aucun transport du glucoside ni du greffon dans le sujet, ni du sujet dans le greffon.

Chez celles des Rosacées qui possèdent comme caractère physiologique commun la faculté d'élaborer des glucosides cyanhydriques, la migration de ces substances n'a lieu entre les individus associés par le greffage qu'autant que ces individus représentent deux espèces d'un même genre et renferment le même glucoside.

Malgré les échanges de matières qui s'effectuent pour la nutrition et le développement chez les plantes greffées, certains principes organiques restent localisés dans l'un ou dans l'autre des conjoints : c'est là un fait que l'étude des plantes à acide cyanhydrique me paraît mettre très nettement en évidence. Dans la symbiose artificielle que réalise le greffage, chaque espèce conserve son chimisme propre et son autonomie.

BIOLOGIE. — *Sur quelques exemples d'un raisonnement collectif chez les abeilles.* Note de M. Gaston Bonnier.

A l'occasion de recherches sur les abeilles et les fleurs, j'ai fait récemment quelques expériences biologiques relatives à l'intelligence des abeilles, et dont je vais résumer les principales dans cette Note.

Je rappellerai tout d'abord que ce qui peut être assimilé à l'intelligence chez les abeilles ne s'applique nullement à une abeille isolée, mais à la colonie tout entière. En général, une abeille isolée, s'il se présente quelque circonstance nouvelle ou imprévue, est incapable de modifier par elle-même sa manière d'agir et ne peut manifester que des réflexes. Comme je l'ai indiqué dans une précédente Note, l'abeille, en tant qu'unité, paraît régler toutes ses actions d'après un ordre qu'elle aurait reçu ; si elle se trouve en

présence d'un fait imprévu, on peut constater que dans la plupart des cas elle retourne à la ruche d'où elle est sortie et il semble que c'est seulement à la suite d'une décision collective que cette abeille, seule ou accompagnée de plusieurs autres, modifiera ses actions dans le but de résoudre le problème posé au meilleur profit de la colonie tout entière.

Sans insister sur ce peu d'individualité de l'abeille isolée, il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que d'autres insectes peuvent avoir une individualité plus marquée. Si une mouche ordinaire est retenue prisonnière sous une cloche où l'on a placé du miel et de l'eau, la mouche se nourrira de ces aliments sans se préoccuper beaucoup de son internement. En renouvelant cette même expérience très simple avec une abeille, on voit que celle-ci ne fait en général aucune attention au miel ou à l'eau et se préoccupe avant tout de chercher une issue pour retourner à sa ruche; souvent même, après s'être épuisée en efforts inutiles, elle mourra sans toucher aux provisions qui auraient pu prolonger son existence.

On sait que les abeilles se distribuent autour de la ruche pour aller chercher les substances qui leur sont nécessaires, et en particulier le nectar des fleurs ou la miellée des feuilles, suivant une rigoureuse application de la division du travail.

Tout est combiné, non seulement par une ruche, mais par un ensemble de ruches sur l'étendue d'un cercle ayant le rucher pour centre et pouvant avoir 3^{km} de rayon, de façon à récolter dans le moins de temps possible la meilleure substance sucrée destinée à faire le miel. Tous les apiculteurs ont constaté ce fait si remarquable sans pouvoir s'expliquer de quelle manière il se produit.

Comment se fait-il que toutes les abeilles ne se précipitent pas ensemble sur les plantes à la fois les plus mellifères et les plus proches? Comment le nombre des butineuses est-il ainsi réglé d'une manière proportionnelle dans cette distribution générale du travail?

J'ai essayé de m'en rendre compte par plusieurs expériences dont je citerai seulement la suivante :

J'ai fait cette expérience pendant l'été, à un moment où la récolte est peu abondante. Dix branches fleuries d'une même plante mellifère (*Lyciet*), coupées et mises dans des bocaux remplis d'eau, ont été placées dans mon jardin, à un endroit où ne se trouvait aucune plante visitée par les abeilles. Les fleurs de ces branches plongées dans l'eau produisaient un nectar abondant, plus abondant même que celui des branches de l'arbuste dont elles provenaient, et par le renouvellement de la section des branches et de l'eau des bocaux cette production de liquide sucré dans les fleurs pouvait être maintenue pendant plusieurs jours.

Ces dix branches ayant été disposées dans l'après-midi d'une belle journée, aucune abeille ne vint sur ces fleurs ce jour-là, mais le lendemain matin une abeille à l'état de « chercheuse » les avait découvertes. Je marque cette abeille avec une poudre de couleur; elle revient quelques minutes après, explore les branches fleuries, prend le rôle de « butineuse » et, après avoir pompé du nectar dans deux ou trois fleurs, revient accompagnée d'une seconde abeille, que je marque à son tour. Au bout de 20 minutes, cinq abeilles se trouvent sur les branches fleuries, et il n'en vient plus d'autres. Ces abeilles marquées vont et viennent des fleurs à la ruche; ce sont toujours les mêmes. Quatre d'entre elles se consacrent à la récolte du nectar; la cinquième, toujours la même, s'emploie à recueillir du pollen sur les étamines des fleurs de Lyciet. Le lendemain, je retrouve les cinq abeilles, reconnaissables à leurs marques colorées qui, faites avec une poudre mêlée de talc, n'ont pu être effacées par le brossage que les ouvrières subissent à l'intérieur de la ruche.

Mais ce qui était plus intéressant encore au point de vue de la question posée, c'était d'observer les autres abeilles de la même ruche ou d'une autre colonie qui, à leur tour, découvrirent la nouvelle station de plantes mellifères. Or, dans la matinée, les abeilles à l'état de « chercheuses », apercevant ces branches fleuries, y trouvaient les abeilles butineuses. Il était facile de les voir tourner en voletant autour des branches, revenir à leurs ruches, retourner aux branches et, finalement, disparaître, comme si elles s'étaient rendu compte qu'un nombre suffisant de butineuses était occupé à la récolte du nectar et du pollen sur ces dix branches fleuries.

Un peu plus tard, l'une des butineuses fut remplacée par une nouvelle abeille que je marquai à son tour. Le même soir, vers la fin de l'après-midi, je remplace les dix branches fleuries de Lyciet par vingt branches à peu près semblables. Le lendemain, à 10^h, le travail de récolte sur ces branches était réglé à nouveau. Aux cinq butineuses précédentes s'en étaient ajoutées six nouvelles. Sur ces onze abeilles, deux récoltaient le pollen et neuf le nectar.

On voit que le nombre des fleurs mellifères ayant été sensiblement doublé, le nombre des butineuses employées à cette récolte se trouvait aussi à peu près double.

D'autres expériences similaires m'ont donné des résultats semblables. J'ai pu constater, d'ailleurs, que les abeilles qui viennent s'ajouter aux premières n'appartiennent pas forcément à la même colonie. Une chercheuse d'une autre ruche a pu découvrir l'augmentation de la production mellifère réalisée par le plus grand nombre de branches mises en expérience et a amené de sa colonie le nombre complémentaire de butineuses qui se sont ajoutées, sans se nuire en rien les unes aux autres, aux butineuses de la première ruche.

Ainsi se règle peu à peu, toujours au bout d'un temps assez long, la dis-

tribution des butineuses dans la récolte générale, non seulement pour une même ruche, mais pour un ensemble de colonies.

Je citerai encore comme décelant l'existence d'un raisonnement collectif une expérience que j'ai répétée un grand nombre de fois.

Si l'on attache des morceaux de rayons de cire avec de la ficelle pour les placer dans les cadres d'une ruche, les abeilles soudent tous ces morceaux entre eux et reconstruisent des alvéoles dans les jonctions, de façon à ne former qu'un seul gâteau de cire par cadre. Mais, ceci fait, la colonie décide que les morceaux de ficelle qui attachaient les rayons primitivement ne doivent pas rester dans la ruche. Ordre est donné à une escouade d'ouvrières en fonction de « nettoyeuses » d'avoir à enlever cette ficelle.

A cause de la faiblesse de leurs mandibules, il faut plusieurs jours à ces abeilles pour pouvoir détacher successivement des bouts de ficelle en les mordillant à leurs deux extrémités. Lorsqu'un de ces fragments de ficelle est détaché, il tombe au fond de la ruche; cinq ou six nettoyeuses le tirent, le font sortir par la porte, puis le disposent parallèlement au bord du plateau de la ruche. Alors ces cinq ou six abeilles se placent à peu près à égale distance les unes des autres, prenant toutes la ficelle entre leurs mandibules. Et, sans qu'on puisse distinguer ni chef ni commandement, elles s'envolent toutes ensemble en maintenant le fragment de ficelle et, arrivées à quelques mètres de la ruche, elles le lâchent toutes ensemble et retournent dans leur habitation pour s'occuper du fragment suivant.

Une expérience plus démonstrative encore au point de vue de l'existence d'un raisonnement collectif est celle que j'ai faite souvent avec des morceaux de sucre.

Dans un endroit obscur, mais ouvert, ou dans une partie du jardin non visitée par les abeilles, on place sur une table des morceaux de sucre ordinaire. Au bout d'un temps plus ou moins long, des abeilles à l'état de chercheuses découvrent ces morceaux de sucre; elles reconnaissent que c'est une matière sucrée, mais ne peuvent en arracher des particules, à cause de la faiblesse de leurs mandibules. Je les marque; elles retournent à la ruche, elles reviennent; elles s'en vont. Ce n'est qu'au bout d'une ou deux heures qu'on voit revenir ces mêmes abeilles marquées avec d'autres butineuses, venant non pas directement de la ruche, mais du bassin-abreuvoir où elles se sont chargées d'eau. Elles déversent cette eau sur le sucre, en contractant leur jabot, et l'eau au contact du sucre se transforme en sirop. Lorsque ce

sirop est suffisamment sucré, et seulement à ce moment, les butineuses l'aspirent avec leur trompe et le rapportent à la ruche.

A partir de ce moment, il s'organise un triple trajet de butineuses : 1° de la ruche au bassin pour aller chercher de l'eau; 2° du bassin aux morceaux de sucre pour y transporter l'eau; 3° des morceaux de sucre à la ruche pour rapporter un sirop dont la concentration est assez analogue au nectar ou liquide sucré des fleurs.

Enfin, je citerai encore une expérience qui fait voir qu'en certains cas on peut tromper la colonie en lui faisant faire, pour ainsi dire, un faux raisonnement.

Au sujet de recherches d'un autre ordre, j'avais déposé sur des feuilles des gouttes de sirop de sucre simulant du nectar, et les abeilles s'étaient habituées à venir prendre ce sirop (toujours renouvelé) comme elles récolteraient du nectar. Un jour, je fis la même expérience en remplaçant ces gouttes de sirop par des gouttes de miel extrait d'une ruche. Les butineuses, surprises de cette modification, examinèrent ce miel qu'elles sentaient différent du sirop, puis au bout d'un certain temps, d'un va-et-vient nouveau, revinrent en plus grand nombre vers ce miel, que je continuais à renouveler. Une heure après, tout à coup, une masse considérable d'abeilles provenant toutes de la même ruche se dirigea, menaçante, vers la partie du jardin où se trouvaient les gouttes de miel. Je fus obligé de me mettre à l'abri pour éviter les piqûres. Ressortant ensuite de la maison avec un chapeau garni d'un voile, je vis des quantités d'abeilles en attitude de fureur, cherchant de tout côté, pénétrant dans les hangars par toutes les issues et jusque dans la cave, comme si elles cherchaient quelque chose qu'elles ne trouvaient pas. Au bout de trois quarts d'heure, les abeilles revenaient à leur habitation et tout rentrait dans l'ordre. Que s'était-il passé ? Je pus m'en rendre compte en renouvelant l'expérience plus tard et en observant la ruche de près.

Il n'y a pas de miel, dans la nature, autre part que dans des ruches ou dans des nids d'hyménoptères. Le miel, reconnaissable à son odeur animale, est très facilement distingué du sirop de sucre par les abeilles. La colonie, voyant des butineuses lui rapporter du miel, a dû supposer qu'il provenait d'une ruche orpheline ou en mauvais état. Dès lors, elle a décidé de faire la guerre à cette ruche. Le signal du pillage, bien connu des apiculteurs, a été donné et une masse d'ouvrières est sortie tout à coup pour aller chercher cette ruche à piller. Comme je n'avais plus renouvelé les gouttes de miel,

les abeilles n'avaient rien trouvé à l'endroit indiqué; elles avaient cherché de tout côté et, ne voyant aucune ruche à combattre, elles étaient revenues en définitive dans la leur.

Ces quelques faits, auxquels j'en pourrais ajouter bien d'autres, suffisent pour montrer que l'intelligence des abeilles est collective et qu'une décision nouvelle exige un certain temps avant d'être adoptée par la colonie. C'est comme si la ruchée tout entière était assimilable à un être vivant dont les abeilles ne seraient que les éléments incessamment renouvelés, à un être vivant dont le cerveau virtuel, si l'on peut se permettre cette comparaison, serait d'une certaine lenteur.

Il est nécessaire de remarquer, en terminant, que ces expériences, comme toutes les expériences biologiques, ne donnent pas toujours les mêmes résultats. C'est qu'en effet la décision à prendre par la colonie dépend non seulement des conditions de l'expérience, mais encore des circonstances extérieures ou intérieures dont on n'est pas le maître. En pleine saison mellifère, par exemple, lorsque tout l'effort de la colonie est presque uniquement concentré sur la récolte, les résultats obtenus ne seront pas les mêmes que si l'on opère pendant la saison sèche ou à la fin de l'automne, alors que les abeilles n'ont presque aucune récolte à faire au dehors. Si l'on s'adresse à une ruche qui va essaimer, les résultats seront encore différents. En somme, il faut que toutes les conditions soient aussi bien définies que possible, pour pouvoir être assuré du déterminisme de l'expérience à faire.

MÉTROLOGIE. — *Sur les déterminations récentes du volume du kilogramme d'eau.* Note de M. **René Benoit.**

Depuis le travail fondamental exécuté, à la fin du XVIIIe siècle, par Lefèvre-Gineau et Fabbroni, pour l'établissement de l'étalon prototype du Kilogramme, la question de la masse spécifique de l'eau a donné lieu, en différents pays, à un certain nombre de recherches. Malgré les examens critiques, très étudiés, dont ces recherches ont été ultérieurement l'objet de la part de divers savants, il n'est pas très facile de rendre exactement comparables entre eux leurs résultats, soit parce que les mesures ont été parfois faites et exprimées en unités dont les rapports avec les unités métriques sont un peu incertains, soit parce que des détails suffisants manquent sur quelques-uns des éléments qui sont intervenus dans ces déterminations.

D'après une revision récente, due à M. Guillaume, et les calculs par lesquels il s'est efforcé d'introduire autant que possible les données les plus précises actuellement connues, les valeurs les plus probables qui paraissent pouvoir être déduites des travaux en question, pour l'importante constante dont il s'agit, sont les suivantes :

		Masse du décimètre cube d'eau.
		kg
1821.	Shuckburgh et Kater	1,000 475
1825.	Svanberg, Berzélius, Åkerman et Cronstrand.	1,000 290
1831.	Stampfer	0,999 750
1841.	Kupffer	0,999 931
1893.	Chaney	0,999 850

Le travail original par lequel Lefèvre-Gineau et Fabbroni ont établi le premier étalon du Kilogramme a été également discuté à plusieurs reprises; et il donnerait, après corrections, pour cette même masse, au lieu de 1 kilogramme (¹) :

		kg
D'après la revision	de O.-J. Broch	0,999 880
»	de Mendeleef	0,999 966
»	de M. Guillaume	0,999 970

Tous ces nombres présentent entre eux, comme on le voit, des discordances considérables, et laisseraient encore incertain, même après discussion de la valeur relative de ces différents travaux, le sens même de l'écart existant entre la définition théorique originelle du Kilogramme et le Kilogramme réel, défini par son prototype.

Des déterminations plus récentes et plus précises, dans lesquelles ont été appliquées pour la première fois des méthodes fondées sur l'emploi de phé-

(¹) Pour les discussions de ces travaux et les revisions dont ils ont été l'objet, voir : W.-H. Miller, *Lettre à H. Tresca* (*Commiss. intern. du Mètre*, session de 1870, p. 46). — H. Wild, *Ueber die Bestimmung des Gewichtes von einem Cubicdecimeter destillirten Wassers* (*Pogg. Ann.*, Erg. Bd. V, 1871, p. 15). — O.-J. Broch, *Sur la détermination, par Lefèvre-Gineau, du poids du décimètre cube d'eau* (*Commiss. intern. du Mètre, Réunions des membres français*, 1873-1874, p. 122). — D. Mendeleef, *On the weight of a cubic decimeter of water* (*Proc. of the Royal Society*, t. LIX, p. 143, 1895). — C.-E. Guillaume, *Détermination du volume du kilogramme d'eau* [*Trav. et Mém. du Bureau intern. des Poids et Mesures*, t. XIV, 1907 (en cours d'impression)].

nomènes d'interférence, ont donné, pour un même cube de quartz mesuré par deux procédés différents :

1897. Macé de Lépinay (1)..................... $0^{kg},999\,959$
1899. Fabry, Macé de Lépinay et Perot (2)...... $0^{kg},999\,979$

Le Bureau international des Poids et Mesures a consacré à cette question, soit seul, soit en collaboration, une série considérable d'études, qui l'ont occupé pendant plusieurs années. La méthode générale, applicable au problème, consiste toujours à déterminer, par des mesures de longueurs rapportées au Mètre prototype, les dimensions et, par suite, le volume d'un solide de forme géométrique défini, cylindre ou cube par exemple, réalisé aussi parfaitement que possible; ensuite à déterminer par des pesées la poussée, rapportée au Kilogramme prototype, éprouvée par ce même solide immergé dans l'eau. Le quotient de l'un des nombres obtenus par l'autre, dans ces deux expériences, est le rapport cherché.

Les pesées des corps mis en usage ont été faites au Bureau international, au moyen de balances qui sont au nombre des plus parfaites actuellement existantes. Les séries de poids employées sont des séries étalons, en platine iridié, très soigneusement étudiées. Les pesées hydrostatiques ont été faites dans de l'eau redistillée dans un appareil à condenseur en platine, etc.

Pour les mesures des dimensions des corps, trois méthodes différentes ont été appliquées, par des observateurs différents, à des corps de nature et de formes différentes.

Dans un premier travail, fait par M. Guillaume, on a repris l'ancienne méthode de Lefèvre-Gineau, dite *méthode de contact,* en y apportant tous les perfectionnements de la Métrologie moderne. Elle a été appliquée, dans des expériences définitives, sur trois cylindres de bronze, de hauteurs sensiblement égales aux diamètres de leur base, et respectivement égales à 10^{cm}, 12^{cm} et 14^{cm} à peu près. La méthode consiste à prendre le corps à mesurer, un cylindre par exemple, suivant un de ses diamètres, entre deux *palpeurs,* à extrémités arrondies, portant chacun un trait de repère et placés dans un comparateur, à côté d'une règle divisée étalonnée. Les contacts étant assurés par une légère pression, on détermine, par comparaison avec la règle, la distance des traits de repère. On enlève ensuite le cylindre, on rapproche les palpeurs jusqu'au contact et l'on détermine de nouveau la distance des traits. La différence des deux longueurs ainsi mesurées donne la dimension cherchée.

La deuxième méthode a été appliquée par M. Pierre Chappuis, sur une série de cubes de crown, d'arêtes respectivement égales à 4^{cm}, 5^{cm} et 6^{cm}. Cette méthode con-

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.,* 7e série, t. XI, p. 102.
(2) *Comptes rendus,* t. CXXIX, 1899, p. 709.

siste dans une combinaison des procédés interférentiels de Fizeau et de M. Michelson. Le cube à déterminer est placé sur le banc du comparateur interférentiel Michelson, en avant et à une très petite distance d'un plan de verre, qui le déborde latéralement. Dans une première expérience, on produit, au moyen d'une source à cadmium, un double système de franges sur la face antérieure du cube et sur la face du plan de verre, réglées exactement parallèles; et l'on mesure, par le procédé dit des *excédents fractionnaires,* la distance de ces deux surfaces, en longueurs d'ondes de la lumière rouge du cadmium. Dans une deuxième expérience, on établit, également en lumière monochromatique, un système de franges de Fizeau dans la lame mince interposée entre la face postérieure du cube et le plan de verre, et, par un procédé analogue, on évalue, en longueurs d'ondes, l'épaisseur de cette lame. L'épaisseur du cube à déterminer est encore donnée par la différence des nombres fournis par ces deux mesures.

La troisième méthode est due au regretté Macé de Lépinay; elle constitue un perfectionnement de celle qu'il avait employée dans le premier travail rappelé précédemment. Elle consiste dans une combinaison entre les interférences des lames parallèles épaisses et les interférences des lames mixtes. Elle a été mise en œuvre dans un travail fait sur deux cubes de quartz de 4^{cm} et 5^{cm} d'arête, et pour lequel les mesures des dimensions de ces cubes ont été exécutées au laboratoire de la Faculté des Sciences de Marseille, par Macé de Lépinay, jusqu'à sa mort, et par M. Buisson; tandis que les pesées ont été faites au Bureau international par M. Benoît. La détermination comprend encore deux expériences : dans la première, on projette sur le cube un faisceau émis par une source à cadmium et l'on fait interférer les rayons qui se sont réfléchis extérieurement sur la première surface avec ceux qui, après l'avoir traversée, se sont réfléchis intérieurement sur la surface opposée. Dans la deuxième, on fait interférer ensemble les deux moitiés d'un faisceau, émis par la même source et dont l'une a traversé l'épaisseur du cube, près d'une de ses faces latérales, et l'autre une épaisseur égale d'air le long de cette face. Les deux systèmes de franges produits dans ces deux expériences donnent lieu à deux équations, dans lesquelles entrent comme inconnues l'indice de réfraction du cube et l'épaisseur traversée, qui peut par conséquent en être déduite.

Les corps employés dans ces études, cylindres de bronze, cubes de crown et cubes de quartz, ont été construits par M. Jobin avec une remarquable perfection.

Les résultats obtenus peuvent être exprimés sous les deux formes réciproques suivantes :

	Masse du décimètre cube d'eau.	Volume du kilogramme d'eau.	Moyennes.
Méthode de contact.			
	kg	dm³	dm³
Cylindre de bronze nº 1..	0,999 9749	1,000 0251	
» nº 2..	0,999 9655	1,000 0345	1,000 029
» nº 3..	0,999 9672	1,000 0328	

	Masse du décimètre cube d'eau.	Volume du kilogramme d'eau.	Moyennes.
Méthode interférentielle par réflexion.			
	kg	dm³	
Cube de crown n° 1.....	0,999 9700	1,000 0300	
» n° 2.....	0,999 9733	1,000 0267	
» n° 3.....	0,999 9786	1,000 0214	dm 1,000 027
	0,999 9734	1,000 0266	
» n° 4.....	0,999 9721	1,000 0279	
Méthode interférentielle par transmission.			
Cube de quartz n° 1.....	0,999 9720	1,000 0280	1,000 028
» n° 2.....	0,999 9741	1,000 0259	

Les moyennes sont des *moyennes compensées*, c'est-à-dire calculées en tenant compte des volumes des corps étudiés et de la perfection relative attribuée à chacun des résultats partiels; elles ont été arrondies au chiffre du millionième, la décimale suivante, fournie par le calcul, étant tout à fait incertaine.

En adoptant la moyenne générale, le volume de 1^{kg} d'eau pure, au maximum de densité et sous une pression de 760^{mm}, est donc, d'après l'ensemble de ces mesures : 1^{dm^3},000028, avec une incertitude probable d'une ou deux unités environ sur le dernier chiffre. En d'autres termes, le kilogramme serait représenté par la masse d'un cube d'eau pure, à son maximum de densité, qui aurait pour arête 1^{dm},000009.

Ce résultat montre la perfection remarquable avec laquelle les créateurs du Système métrique ont réalisé un prototype de l'unité de masse conforme à la définition qu'ils s'étaient imposée, et fait disparaître les doutes qui ont pu se produire sur ce point. On peut en conclure que ce n'est que dans des cas exceptionnels, lorsqu'il s'agit d'atteindre le plus haut degré de précision, qu'il y a lieu, dans l'évaluation de volumes par des pesées, d'introduire une petite correction, dont la valeur est déterminée par les expériences précédentes avec une exactitude qu'il ne semble pas facile de dépasser beaucoup dans l'état actuel de la Science.

M. **Bigourdan** présente, de la part de M. le professeur *A. Riccò*, directeur de l'Observatoire royal de Catane, une partie du *Catalogo astrofotografico*, publiée par lui.

Cet Observatoire collabore au grand travail international de Photographie céleste entrepris sous les auspices de notre Académie et la zone qui lui est échue est celle de $+46°$ à $+55°$ de déclinaison. Il publie aujourd'hui le premier Volume de ce travail (t. V, Ire partie), relatif aux trois premières heures d'ascension droite de la zone $+50°$ à $+52°$.

Voici les diverses données que cette publication fournit pour chaque étoile :

1° Coordonnées rectilignes mesurées;
2° Coordonnées rectilignes corrigées;
3° Diamètre du disque stellaire;
4° Grandeur photographique;
5° Grandeur fournie, s'il y a lieu, par la *Bonner Durchmusterung;*
6° Ascension droite pour 1900,0;
7° Déclinaison pour 1900,0;
8° Notes.

Les astronomes qui recherchent des étoiles de comparaison apprécieront particulièrement dans cette publication l'avantage d'avoir immédiatement les coordonnées équatoriales pour 1900,0. On donne d'ailleurs tous les moyens de vérification désirables.

Pour chaque plaque on a ajouté une Table de précession qui permet de réduire très rapidement les positions à une époque quelconque.

On sait que pour chaque étoile on doit avoir au moins deux positions, fournies l'une par la série paire de clichés, l'autre par la série impaire; cela fournit un contrôle précieux qui n'est aisé que lorsqu'on a les coordonnées équatoriales, coordonnées que ne donnent pas beaucoup de publications similaires.

M. **R. Zeiller** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *Les progrès de la Paléobotanique de l'ère des Gymnospermes.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *Oudemans,* décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

Lord Brassey obtient.	39 suffrages
M. Neumayer »	1 »

Lord **Brassey**, ayant réuni la majorité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

PLIS CACHETÉS.

L'auteur du Mémoire présenté au Concours du prix Vaillant pour 1907 avec l'épigraphe : *Barré de Saint-Venant* demande l'ouverture du pli cacheté joint au Mémoire.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient le nom de M. **Stanislas Zaremba**, professeur à l'Université de Cracovie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Exposition coloniale de Marseille, 1906. *Les ressources agricoles et forestières des Colonies françaises,* par Henri Jumelle. (Présenté par M. Gaston Bonnier.)

ASTRONOMIE. — *Tables d'Uranus et de Neptune par Le Verrier. Rectification de la théorie analytique. Tables nouvelles.* Note de M. **A. Gaillot.**

Lorsque Le Verrier entreprit la théorie analytique du mouvement d'Uranus et de Neptune, les valeurs des masses et des éléments des orbites étaient mal déterminées, et, parvenu à la fin de son travail, il dut rectifier les résultats obtenus pour tenir compte des corrections à apporter aux valeurs primitives des éléments du calcul.

Mais comme plusieurs de ces corrections étaient très considérables, notamment celle de la masse de Neptune, qui atteignit un quart environ de la valeur initiale, la rectification fut très compliquée, surtout pour les termes

d'ordre supérieur, et Le Verrier, ayant conçu des doutes relativement à l'exactitude rigoureuse des résultats définitivement obtenus, exprima souvent le regret de ne pouvoir recommencer purement et simplement son travail.

Ce qu'il n'avait osé entreprendre au déclin de sa carrière, nous avons essayé de le faire, en appliquant sans changement la méthode développée par lui dans le Tome XIII des *Annales de l'Observatoire de Paris*, mais en faisant usage dès le début des valeurs rectifiées des masses et des éléments des orbites.

Toutefois nous n'avons pas cru devoir nous maintenir strictement dans les limites du travail primitif; ces limites nous les avons dépassées, soit dans le développement de la fonction perturbatrice, soit dans le calcul des termes d'ordre supérieur, toutes les fois que cela nous a paru utile pour atteindre un plus haut degré de précision.

Nous avons pu arriver ainsi à diminuer sensiblement les écarts entre les positions calculées et les positions observées des deux planètes, de sorte que ces écarts ne dépassent plus guère la limite des erreurs d'observation; ce que l'on peut vérifier par l'examen des Tableaux suivants :

Excès des positions calculées sur les positions observées.

URANUS.

	Longitude.	Latitude.		Longitude.	Latitude.
1690-1715	−4",1	»	1837	−0",1	+0",5
1750-1756	−4,4	»	1838	−1,3	−0,3
1754-1768	+0,4	»	1839	−0,2	+0,6
1769-1771	−3,8	»	1840	−0,2	−0,4
			1841	−1,1	+0,4
1781-1782	+1,4	+2,4	1842	−1,0	−0,3
1783-1784	+0,6	+1,7	1843	−0,4	−0,9
1785-1790	+1,2	−2,6	1844	+1,6	−0,8
1791-1794	0,0	−1,2	1845	+0,9	−1,2
1795-1798	+0,5	−1,3	1846	+1,5	−0,6
1800-1807	+1,1	+1,0	1847	−0,4	−0,3
1808-1814	+0,9	+1,3	1848	+0,9	−0,3
1815-1818	+0,7	+0,9	1849	+0,2	−0,5
1819-1822	+2,5	+0,3	1850	−0,3	−0,8
1823-1825	+0,7	+0,1	1851	+1,0	−0,4
1826-1827	−1,9	0,0	1852	+1,0	+0,1
1828-1830	0,0	+0,5	1853	+0,7	+0,4
			1854	+0,2	+0,1
1836	+1,2	+0,5	1855	+0,2	+0,3

URANUS (*suite*).

	Longitude.	Latitude.		Longitude.	Latitude.
1856	+0″,2	+0″,1	1882	−0″,4	−0″,1
1857	+0,2	+0,5	1883	−0,1	0,0
1858	−0,2	+0,8	1884	−0,1	+0,1
1859	+0,5	+0,8	1885	+0,7	−0,5
1860	+0,7	+1,9	1886	+0,8	−0,2
1861	−0,4	+1,0	1887	+0,3	+0,2
1862	+0,3	+0,9	1888	+0,2	+0,4
1863-1865	−0,2	−0,1	1889	+0,7	+0,2
1866-1867	−1,5	−0,2	1890	+1,3	−0,2
1867-1868	−1,9	−0,0	1891	+0,6	+0,2
1869	−1,4	−0,4	1892	+1,1	+0,1
1870	−1,0	−0,4	1893	+0,7	+0,3
1871	−1,4	−0,9	1894	+0,2	+0,1
1872	−0,5	−0,3	1895	+0,1	+0,1
1873	−1,6	−0,1	1896	−0,2	+0,1
1874	−0,4	+1,0	1897	−0,5	−0,1
1875	+0,7	−0,3	1898	−0,9	+0,2
1876	+0,1	−0,9	1899	−0,5	−0,4
1877	+0,2	−0,7	1900	−1,1	−0,3
1878-1879	−0,5	+0,1	1901	−1,0	−0,1
1880	−0,9	0,0	1902	−0,8	+0,1
1881	−0,5	+0,5	1903	−0,7	−0,7

NEPTUNE.

1795	+0,6	+2,8	1861	+0,5	+0,3
			1862	+0,6	+0,2
1846	+0,9	−0,5	1863	+0,6	−0,3
1847	+0,5	0,0	1864	+1,0	+0,6
1848	+0,3	+0,2	1865	+0,1	+0,6
1849	−1,2	−0,9	1866	−0,2	+0,2
1850	−1,2	+0,2	1867	0,0	−0,1
1851	−0,8	−0,2	1868	−0,7	−1,3
1852	−0,5	+0,9	1869	−0,3	−1,0
1853	−0,7	0,0	1870	+0,3	−1,1
1854	−0,1	−0,1	1871	+0,1	0,0
1855	+0,1	+0,5	1872	+0,3	+0,2
1856	−0,4	+0,3	1873	−0,4	−0,1
1857	0,0	+0,7	1874	−0,3	+0,1
1858	+0,6	+0,4	1875	−0,5	−0,4
1859	+0,5	+0,7	1876	−0,6	−0,6
1860	+1,6	+0,4	1877	−0,9	−0,2

NEPTUNE (*suite*).

	Longitude.	Latitude.		Longitude.	Latitude.
1878	−0″,1	+0″,5	1892	−0″,2	0″,0
1879	−0,3	+0,4	1893	+0,1	+0,2
1880	−0,4	+0,3	1894	+0,8	+0,9
1881	−0,4	+0,3	1895	+0,3	0,0
1882	−0,2	−0,2	1896	−0,2	−0,4
1883	0,0	+0,2	1897	+0,5	−0,1
1884	0,0	0,0	1898	+0,8	+0,1
1885	+0,5	+0,9	1899	+0,8	−0,1
1886	+0,2	+0,2	1900	−0,7	−0,1
1887	+0,1	−0,4	1901	+0,1	+0,2
1888	−0,3	+0,4	1902	+0,5	+0,2
1889	+0,3	−0,7	1903	−0,4	+0,7
1890	0,0	+0,2	1904	−0,8	+0,5

L'examen approfondi des résultats précédents ne fournit aucune indication sérieuse relativement à l'influence que pourrait exercer une planète de masse comparable à celles d'Uranus et de Neptune, se mouvant au delà de l'orbite de Neptune.

Nous nous bornons à constater le fait sans en tirer aucune conclusion. Nous croyons en effet qu'avant d'affirmer ou de nier l'existence de cette planète hypothétique, il faut que la série continue des observations de Neptune soit beaucoup plus étendue que celle dont on dispose actuellement et qui ne correspond guère qu'au tiers d'une révolution complète.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie de la Lune*. Note de M. **H. Andoyer**, présentée par M. H. Poincaré.

Comme suite nouvelle à mes recherches sur la théorie de la Lune, j'ai calculé les termes qui contiennent en facteur le produit de deux excentricités e et e' de la Lune et du Soleil : ces termes sont intéressants à cause de leur prolixité et de leur peu de convergence; les principaux d'entre eux dépendent d'ailleurs de petits diviseurs.

Delaunay a poussé leur calcul jusqu'au neuvième ordre, sans arriver à des résultats satisfaisants pour la convergence. Sans m'occuper actuellement de ce point, j'ai simplement rectifié les résultats de Delaunay, qui,

comme j'ai déjà eu l'occasion de le montrer d'une façon générale, sont tous inexacts à partir du huitième ordre.

Voici les corrections dont il s'agit, en adoptant les notations de Delaunay (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXIX) :

Coefficient de $ee' \sin(l - l')$: au lieu de

$$+\frac{10\,174\,395\,845}{196\,608}m^6 + \frac{1\,207\,454\,026\,843}{3\,538\,944}m^7,$$

il faut

$$+\frac{10\,194\,014\,045}{196\,608}m^6 + \frac{1\,202\,918\,856\,139}{3\,538\,944}m^7;$$

Coefficient de $ee' \sin(l + l')$: au lieu de

$$-\frac{18\,767\,412\,749}{1\,769\,472}m^6 - \frac{258\,867\,429\,721}{5\,308\,416}m^7,$$

il faut

$$-\frac{18\,792\,427\,277}{1\,769\,472}m^6 - \frac{265\,190\,167\,357}{5\,308\,416}m^7;$$

Coefficient de $ee' \sin(2D + l - l')$: au lieu de

$$+\frac{150\,327\,753}{32\,768}m^6,$$

il faut

$$+\frac{98\,865\,865}{32\,768}m^6;$$

Coefficient de $ee' \sin(2D + l + l')$: au lieu de

$$-\frac{1\,339\,882\,141}{2\,654\,208}m^6,$$

il faut

$$-\frac{739\,378\,597}{2\,654\,208}m^6;$$

Coefficient de $ee' \sin(2D - l - l')$: au lieu de

$$-\frac{2\,952\,513\,119}{196\,608}m^6 - \frac{330\,731\,849\,429}{2\,359\,296}m^7,$$

il faut

$$-\frac{2\,947\,793\,759}{196\,608}m^6 - \frac{305\,898\,522\,137}{2\,359\,296}m^7;$$

Coefficient de $ee' \sin(2D - l + l')$: au lieu de

$$+\frac{462\,731\,663\,021}{5\,308\,416}m^6 + \frac{36\,592\,040\,099\,315}{63\,700\,992}m^7,$$

il faut

$$+\frac{462\,512\,263\,181}{5\,308\,416}m^6+\frac{36\,433\,771\,110\,299}{63\,700\,992}m^7;$$

Coefficient de $ee'\sin(4D-l-l')$: au lieu de

$$+\frac{1\,378\,967\,179}{221\,184}m^6,$$

il faut

$$+\frac{1\,378\,531\,723}{221\,184}m^6;$$

au coefficient de $ee'\sin(4D-l+l')$: j'ai ajouté le terme

$$+\frac{1\,218\,291\,521}{737\,280}m^6.$$

Les corrections sont petites individuellement ; mais ce n'est pas leur grandeur qui est intéressante ici.

Le dernier terme ajouté montre bien le peu de confiance qu'il faut accorder à la méthode des compléments probables ; car il vient après une suite de termes négatifs décroissant régulièrement.

J'ai calculé aussi avec la même approximation les termes correspondants des autres coordonnées de la Lune.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants différentiels vectoriels et la théorie des formes binaires* (¹). Note de M. E. **Waelsch.**

1. Faisons correspondre au vecteur *réel* v, de coordonnées cartésiennes v_λ, la quadrique binaire $(v_1+iv_2)\xi^2-2iv_3\xi\eta+(v_1-iv_2)\eta^2$ et à un *multipède réel*, composé de plusieurs vecteurs réels de même origine X et de même longueur, la forme binaire qui est le produit des quadriques de ces vecteurs (I, n° 1). La condition nécessaire et suffisante qu'une forme a_ξ^{2n} d'ordre $2n$ corresponde, de la manière expliquée, à un n-pède a^n est que leurs coefficients, les *coordonnées binaires* du n-pède a^n, satisfassent aux relations $a_{2n-k}=(-1)^k\overline{a}_k$, où $\overline{a}_k$ est conjugué à a_k (II, n° 2).

Si b_ξ^{2m} est la forme d'un m-pède, la forme

$$\frac{(n-k)!}{n!}\,\frac{(m-k)!}{m!}\left\{\frac{\partial^k a_\xi^{2n}}{\partial\xi^k}\,\frac{\partial^k b_\xi^{2m}}{\partial\eta^k}-\binom{k}{1}\frac{\partial^k a_\xi^{2n}}{\partial\xi^{k-1}\,\partial\eta}\,\frac{\partial^k b_\xi^{2m}}{\partial\eta^{k-1}\,\partial\xi}+\binom{k}{2}\frac{\partial^k a_\xi^{2n}}{\partial\xi^{k-2}\,\partial\eta^2}\,\frac{\partial^k b_\xi^{2m}}{\partial\eta^{k-2}\,\partial\xi^2}\cdots\right\}$$

(¹) Voir mes deux Notes du 23 juillet 1906 (I) et du 28 janvier 1907 (II).

est celle d'un $(n+m-k)$-pède réel, nommé *produit $k^{ième}$ des multipèdes a^n et b^m*, et désigné par $a^n{}_k b^m$. Le produit *scalaire* $a^n{}_{2n} b^n$ sera désigné par $a^n \cdot b^n$ (I, n° 3).

2. Un n-pède a^n dont les coordonnées binaires sont des fonctions de point X détermine une *fonction n-pédique* qui sera désignée également par a^n (¹). En introduisant le vecteur opérateur ∇ de Hamilton, de coordonnées $\nabla_\lambda = \dfrac{\partial}{\partial x_\lambda}$, nous appelons *m-pèdes dérivés du degré p* de la fonction a^n les produits par le n-pède a^n des multipèdes opérateurs symboliques $\nabla^{p-2\sigma}(\nabla\cdot\nabla)^\sigma$ $[p, \sigma = 0, 1, \ldots]$; on a

$$\nabla\cdot\nabla = 2\Delta = 2\sum \frac{\partial^2}{\partial x_\lambda^2}.$$

3. Un multipède, dont les coordonnées binaires sont homogènes par rapport à chaque série des dérivées partielles des ordres $0, 1, \ldots, q$ des coordonnées binaires a_k de la fonction a^n par rapport aux x_λ, étant indépendant du choix des axes, soit appelé *invariant différentiel vectoriel* I_2 de la fonction n-pédique a^n. *Les I_q sont les I_0 des multipèdes dérivés des degrés $0, 1, \ldots, q$ de la fonction a^n*; leurs formes sont les comitants des formes binaires de ces multipèdes. Un système complet des I_q est donné par un système complet de ces formes (I, n° 4).

4. Une fonction scalaire S^ν linéaire en ν vecteurs, dont les coefficients dépendent des x_λ, est déterminée par un nombre de multipèdes *immanents* (I, n° 6). Les immanents de S^2 sont, par exemple : un bipède B, un vecteur V et un scalaire Θ; on a

$$S^2 = \sum a_{\lambda\mu} u_\lambda v_\mu = B\cdot(uv) + V\cdot(u_1 v) + \tfrac{1}{2}\Theta\, u\cdot v.$$

Les I_q de S^ν sont les I_q des multipèdes immanents de S^ν (²).

5. *Applications.* — *a.* La *fonction vectorielle* v possède les multipèdes dérivés des degrés 1 et 2 : le bipède (³) $\nabla v = \text{déf.}\, v = 4b$, $\nabla_1 \cdot v = \text{rot.}\, v = r$,

---

(¹) On peut la représenter par la fonction *sphérique* $H_n = a^n \cdot v^n$ (II, n° 1), où a^n est fonction de X.

(²) Théorèmes analogues pour les I_q de plusieurs fonctions de plusieurs multipèdes. Pour des transformations par similitude, les I_2 sont aussi invariants près un facteur qui est une puissance du rapport de la similitude.

(³) En considérant le vecteur v comme vecteur de déplacement d'une déformation infiniment petite, le bipède ∇v, déterminant justement le changement de figure produit, sera appelé *déformateur* du vecteur et désigné par déf. v [*cf.* n° 5 (*c*)].

$\nabla \cdot v = 2\,\mathrm{div.}\,v$; le tripède $\nabla^2 v = \tau$, le bipède $\nabla^2{}_{\overset{.}{1}} v = \beta$ et les vecteurs $\nabla^2{}_{\overset{.}{2}} v$, $\nabla \cdot \nabla v = 2\Delta v$. La condition $v \cdot r = 0$ remplie, les lignes de flux de la fonction v admettent une famille de surfaces F trajectoires orthogonales. La géométrie infinitésimale de ces surfaces est intimement liée au système complet d'une quadrique binaire et d'une biquadrique ([1]), celles du vecteur v et du bipède b. On trouve, par exemple, des expressions simples du résultant et de l'invariant A de ces formes par les courbures principales de F. La condition pour les F de former une famille de Lamé est

$$\tfrac{1}{4}\tau \cdot t + \tfrac{1}{3}\beta \cdot b' - r \cdot \chi' = 4\,\mathrm{C},$$

où $\mathrm{C} = \mathrm{T} \cdot v^3$; T et t désignent des tripèdes rectangulaires, l'un situé sur les droites de symétrie de b, l'autre contenant le vecteur v et le bipède $b_c = |v|^2 \mathrm{L} - v\Psi$ situé sur les tangentes de courbure principale de F et formé de deux vecteurs dont la somme et la différence donnent le bipède $b' = v_{\overset{.}{1}} b_c$; le vecteur χ' est égal à $|v|^2 \chi + \tfrac{1}{2}\mathrm{A}\psi$.

On spécialise les résultats obtenus pour les surfaces de niveau de la *fonction scalaire s* en remplaçant le vecteur v par $\nabla s = \mathrm{grad.}\, s$. Ces surfaces forment, par exemple, une famille de Lamé, si s satisfait à l'équation

$$\nabla^3 \beta \cdot \tau = 16\,\mathrm{C}\ ([2]).$$

b. Les $a_{\lambda\mu}$ de S^2 (voir n° 4) étant les composantes de l'*effort*, on obtient le bipède B et le scalaire Θ (l'effort moyen) comme immanents de l'effort. Les *équations d'équilibre* $\sum \frac{\partial a_{\lambda\mu}}{\partial x_\lambda} = 0$ peuvent être exprimées comme il suit : le vecteur $\nabla^2{}_{\overset{.}{3}} \mathrm{B}$ s'annule, par conséquent le vecteur $\nabla_{\overset{.}{2}} \mathrm{B}$ devient un gradient d'un scalaire qui est égal à $-\tfrac{1}{2}\Theta$. *Généralisation des fonctions de l'effort* de Maxwell et M. Morera : Si b est un bipède quelconque et ϑ un scalaire, le bipède et le scalaire

$$\mathrm{B} = \tfrac{1}{3}\Delta b - \nabla^2{}_{\overset{.}{2}} b + \tfrac{1}{4}\nabla^2 \vartheta, \qquad \mathrm{S} = \tfrac{1}{3}\nabla^2 \cdot b - \tfrac{2}{3}\Delta \vartheta$$

sont les immanents de l'effort d'un équilibre dont nous venons de parler.

c. Les $a_{\lambda\mu}$ de S^2 étant les composantes d'une *déformation infiniment petite* avec le vecteur v de déplacement, on obtient les multipèdes immanents

---

([1]) On tire de ce système de M. Gordan (en employant les notations de Clebsch, *Binäre Formen*, p. 212) : le tripède $\mathrm{T} = b_{\overset{.}{1}} \mathrm{H}$, les bipèdes $\mathrm{H} = b_{\overset{.}{2}} b$, $\mathrm{L} = b_{\overset{.}{1}} v$, les vecteurs $\psi = b_{\overset{.}{2}} v$, $\chi = \mathrm{H}_{\overset{.}{2}} v$, $\Psi = \psi_{\overset{.}{1}} v$, les scalaires $v.v = 2\,|v|^2$, $g_2 = \tfrac{1}{2} b \cdot b$, $g_3 = \tfrac{1}{6}\mathrm{H} \cdot b$, $\mathrm{A} = b \cdot v^2$, $\mathrm{B} = \mathrm{H} \cdot v^2$, $\mathrm{C} = (\psi_{\overset{.}{1}} \chi) \cdot v$.

([2]) Cf. Darboux, *Systèmes orthogonaux*, t. I, p. 20.

de la déformation : $b = \frac{1}{4}$ déf. φ, $r =$ rot. φ, $\vartheta = \frac{1}{3}$ div. φ. Un invariant I_1 qui ne dépend que des dérivées $\frac{\partial \varphi_\lambda}{\partial x_\mu}$ est un polynome de ϑ et des invariants binaires $|r|^2$, g_2, g_3, A, B, C de la quadrique du vecteur r et la biquadrique du bipède b (¹). *Équations de Saint-Venant :* Pour qu'un bipède b et un scalaire ϑ soient immanents d'une déformation infiniment petite, il faut et il suffit que le bipède B et le scalaire S [voir (b)] formés de b et ϑ s'annulent.

6. Au lieu de la fonction n-pédique a^n, on peut introduire les *n fonctions $\varphi^{(\nu)}$ vectorielles* qui la composent. L'effort dans un milieu est, par exemple, donné par deux fonctions vectorielles et par le scalaire de l'effort moyen. On peut alors traiter les cas spéciaux où ces fonctions $\varphi^{(\nu)}$ possèdent des propriétés invariantes, par exemple où elles coïncident.

Enfin on peut, surtout pour des buts analytiques, considérer au lieu de la fonction a^n les *facteurs linéaires* de leur forme a_ξ^{2n}, qui déterminent des vecteurs de longueur nulle ou de points sur le cercle à l'infini conjugués deux à deux.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur la décomposition d'un nombre en une somme de puissances huitièmes d'entiers.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

Waring a signalé ce problème, qui est une des énigmes historiques de l'Arithmétique et qu'on peut appeler *problème de Waring :*

Montrer que tout nombre entier N *est la somme d'un nombre k, limité pour chaque valeur de n quel que soit* N, *de puissances $n^{ièmes}$ d'entiers positifs* (²).

Ce théorème est établi maintenant pour $n = 2$ (Fermat, Euler, Lagrange), $n = 4$ (J. Liouville), $n = 3$ et 5 (E. Maillet), $n = 6$ (A. Fleck). La méthode récente de M. Fleck, convenablement modifiée, s'étend, grâce à des lemmes de Cauchy et J. Liouville, au cas de $n = 8$.

(¹) L'invariant I_1 du second degré par rapport à ces dérivées est, par exemple, $= \alpha g_2 + \beta |r|^2 + \gamma \vartheta^2$ où α, β, γ sont des constantes; cf. Poincaré, *Leçons sur la théorie de l'élasticité*, p. 20.

(²) Le théorème étant supposé vrai pour une valeur de $n \geqq 2$, j'ai pu montrer que $k \geqq n + 1$ pour une infinité de valeurs de N.

Soient $x_1, x_2, \ldots, x_p$ entiers $\geqq 0$, et les sommes

$$(1) \qquad 2^{q-1} A_{q-1} = \sum (x_1 \pm x_2 \pm x_3 \pm \ldots \pm x_q)^8 \qquad (q \leqq p),$$

obtenues en prenant dans les parenthèses toutes les combinaisons q à q de ces p quantités, et additionnant dans chaque combinaison les q quantités dont $q - 1$ ont été affectées des signes $+$ ou $-$ de toutes les manières possibles. A_{q-1} est de la forme

$$A_{q-1} = a \sum x_1^8 + b \sum x_1^6 x_2^2 + c \sum x_1^4 x_2^4 + d \sum x_1^4 x_2^2 x_3^2 + e \sum x_1^2 x_2^2 x_3^2 x_4^2.$$

Si

$$G = \left(\sum_1^p x_i^2 \right)^4, \qquad H = \left(\sum_1^p x_i^4 \right)^2,$$

$G + 2H$ est de la même forme que A_{q-1}. Il se trouve que $G + 2H$ peut s'exprimer, pour $p = 51$, par une fonction linéaire homogène à coefficients *numériques et positifs* de

$$(2) \qquad A_1, \quad A_2, \quad A_3, \quad A_4, \quad A_{18} \quad \text{et} \quad A_{50}$$

(au lieu de A_{50} on pourrait prendre $A_{39}, A_{40}, \ldots$ ou A_{49}).

D'autre part, on conclut de lemmes de Cauchy et de J. Liouville que toute puissance quatrième d'entier m positif est de la forme $\frac{G + 2H}{\varphi}$ (pour $p = 51$), où φ est un entier numérique positif qui n'a que deux valeurs distinctes suivant que m est de la forme $4h + 2$ ou non. Tout nombre N étant, d'après J. Liouville, la somme d'au plus 53 bicarrés d'entiers, est alors une fonction linéaire, à coefficients rationnels, numériques et positifs de plus petit dénominateur commun Δ, d'au plus 53 systèmes de quantités (2) (Δ est un entier numérique).

Si $\Delta_1 = 2^{50}\Delta$, d'après (1), $\Delta_1 N$ est donc la somme d'un nombre limité de puissances huitièmes; par suite, puisque tout entier est de la forme $\Delta_1 N + \delta$, avec $0 \leqq \delta \leqq \Delta_1 - 1$, et que l'unité est une puissance huitième, *tout entier est la somme d'un nombre limité de puissances huitièmes d'entiers positifs.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation* $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{\partial z}{\partial y}$. Note [1]
de M. E. HOLMGREN, présentée par M. Émile Picard.

1. Considérons une intégrale quelconque de l'équation $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{\partial z}{\partial y}$ régulière dans un domaine Γ du plan des x, y, c'est-à-dire une intégrale $z(x, y)$ qui est continue ainsi que les dérivées $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{\partial z}{\partial y}$ dans Γ. Je me propose de caractériser la nature analytique d'une telle intégrale.

Considérons un point quelconque x_0, y_0 à l'intérieur de Γ et un segment de droite parallèle à l'axe des y passant par ce point et situé complètement à l'intérieur de Γ (défini par l'inégalité $a \leqq y \leqq b$). Alors l'intégrale $z(x, y)$ pourra se développer dans le domaine défini par les inégalités $|x - x_0| < \rho^{\frac{1}{2}}$, $a \leqq y \leqq b$ (ρ sera défini ci-dessous) dans une série de la forme

$$(2) \qquad z(x, y) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varphi^{(n)}(y)}{\underline{|2n}} (x - x_0)^{2n} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\psi^{(n)}(y)}{\underline{|2n+1}} (x - x_0)^{2n+1},$$

où $\varphi(y) [= z(x_0, y)]$ et $\psi(y) \left[= \frac{\partial z(x_0, y)}{\partial x}\right]$ sont deux fonctions qui satisfont aux conditions :

I. Elles ont des dérivées continues de tous les ordres dans l'intervalle $a \leqq y \leqq b$.

II. Ces dérivées satisfont aux inégalités

$$(3) \qquad |\varphi^{(n)}(y)| < \frac{M \underline{|2n}}{\rho^n}, \qquad |\psi^{(n)}(y)| < \frac{M \underline{|2n}}{\rho^n},$$

où M et ρ sont deux constantes positives indépendantes de y situé dans ledit intervalle [2].

Une fonction $f(y)$ qui, par rapport à un intervalle $a \leqq y \leqq b$, remplit les conditions I et II sera appelée dans la suite *une fonction de l'espèce* $\varphi(y)$ par rapport à l'intervalle.

2. Considérons le domaine ABCD limité par deux segments de droite parallèles à l'axe des x, AB($y = a$) et CD($y = b$, $b > a$), et deux arcs de

(1) Présentée dans la séance du 16 décembre 1907.
(2) Voir *Arkiv for Matematik*, t. I, III et IV, 1904-1907, Stockholm.

courbe AC et BD définis par les équations $x=\chi_1(y)$ et $x=\chi_2(y)$, où $\chi_1(y)$, $\chi_2(y)$, $\chi_1'(y)$, $\chi_2'(y)$ sont continues et $\chi_2(y)>\chi_1(y)$ dans l'intervalle $a\leqq y\leqq b$.

Posons le problème de former une intégrale $z(x,y)$ de (1) régulière à l'intérieur de ABCD qui, sur chacune des courbes AC et BD, satisfait à une condition d'une des trois formes

1° $$z=f(y),$$

2° $$\frac{\partial z}{\partial x}=f(y),$$

3° $$\frac{\partial z}{\partial x}+\mu(y)z=f(y)$$

[$f(y)$ et $\mu(y)$ étant des fonctions données admettant des dérivées continues du premier ordre], et qui sur CD se réduit à une fonction donnée qui concorde avec les autres données aux points C et D. Sans nuire à la généralité nous pouvons supposer que cette dernière fonction soit égale à zéro.

Formons l'intégrale

$$(4)\qquad z(x,y)=\int_a^y \Phi_1(\eta)\frac{e^{-\frac{[x-\chi_1(\eta)]^2}{4(y-\eta)}}}{\sqrt{y-\eta}}\,d\eta+\int_a^y \qquad \frac{e^{-\frac{[x-\chi_2(\eta)]^2}{4(y-\eta)}}}{\sqrt{y-\eta}}\,d\eta.$$

On peut toujours déterminer les fonctions $\Phi_1(y)$ et $\Phi_2(y)$, de sorte que $z(x,y)$ représente la solution de notre problème. On est conduit à déterminer ces fonctions par un système d'équations intégrales du type de M. Volterra ([1]).

A l'aide de ces résultats on arrive à démontrer l'existence et à donner des expressions pour les fonctions de Green qui correspondent à nos problèmes. La méthode de Riemann devient alors applicable. La démonstration des résultats qui sont contenus dans les numéros suivants reposent sur les formules qu'on obtient ainsi dans un cas limite (où l'une des courbes tend vers l'infini).

3. Soit $z(x,y)$ une intégrale régulière définie dans un domaine Γ; soient AB un arc de contour de ce domaine et Γ_1 un domaine limitrophe à Γ le long de AB. Si l'on sait trouver une intégrale $z_1(x,y)$ régulière à l'intérieur du domaine $\Gamma+\Gamma_1$ et qui coïncide avec $z(x,y)$ dans Γ, nous dirons que $z(x,y)$ est *prolongeable* au delà de l'arc AB.

Supposons que l'arc AB soit défini par l'équation $x=\chi(y)$, où $\chi(y)$ est une fonction holomorphe quand $a\leqq y\leqq b$. Alors la condition nécessaire et

(1) Voir *Arkiv for Matematik*, t. III, 1906; t. IV, 1907.

suffisante pour que $z(x,y)$ soit prolongeable au delà de l'arc AB est que les valeurs que prend $z(x,y)$ sur chaque arc intérieur A'B' de

$$\text{AB}\,(a' \leqq y \leqq b',\ a' > a,\ b' < b)$$

définissent une fonction de l'espèce $\varphi(y)$ *par rapport à l'intervalle* $a' \leqq y \leqq b'$.

4. A l'aide des résultats précédents on arrive à résoudre le problème de Cauchy [pris dans le sens de M. Hadamard (¹)] pour une courbe régulièrement analytique $x = \chi(y)$ de l'espèce du numéro précédent, c'est-à-dire à trouver les conditions pour qu'il existe une intégrale $z(x,y)$ de (1) définie d'un côté de la courbe $x = \chi(y)$ et telle que $z(x,y)$ et $\frac{\partial z(x,y)}{\partial x}$ tendent respectivement vers des fonctions données $f(y)$ et $g(y)$. Si $f(y)$ est une fonction donnée quelconque qui admet une dérivée continue, on trouve que $g(y)$ doit nécessairement avoir la forme (et cela suffit aussi)

$$g(y) = -\sqrt{\pi}\Phi(y) - \frac{1}{2}\int_a^y \Phi(\eta)\frac{\chi(y)-\chi(\eta)}{(y-\eta)^{\frac{3}{2}}} e^{-\frac{[\chi(y)-\chi(\eta)]^2}{4(y-\eta)}} d\eta + \psi(y),$$

où $\Phi(y)$ est défini par l'équation intégrale résolue par M. Volterra

$$f(y) = \int_a^y \frac{\Phi(\eta)}{\sqrt{y-\eta}} e^{-\frac{[\chi(y)-\chi(\eta)]^2}{4(y-\eta)}} d\eta,$$

et $\psi(y)$ *est une fonction arbitraire de l'espèce* $\varphi(y)$ *par rapport à chaque intervalle à l'intérieur de l'intervalle en question* (²).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la définition de l'aire d'une portion de surface courbe.* Note de M. E. CARTAN, présentée par M. Émile Picard.

Dans les définitions habituellement données de l'aire d'une portion de surface courbe continue (et admettant un plan tangent variant d'une manière continue), on fait intervenir des sommes de parallélogrammes situés dans des plans tangents à la surface. Il semblerait plus naturel de considérer, par analogie avec ce qu'on fait dans la définition de la longueur d'un arc de courbe, *des sommes d'aires de triangles inscrits dans la surface*. Il est, en effet,

---

(¹) *Princeton University Bulletin*, 1902, et *Journal de Physique*, 1907.

(²) Dans les Notes citées au n° 1 j'avais résolu notre problème dans le cas spécial $\chi(y) = \text{const.}$

possible de procéder ainsi, mais à la condition de prendre une précaution essentielle qui me paraît devoir être signalée.

I. Pour poser le problème d'une manière précise, définissant une surface (S) par les formules

$$(1) \qquad \begin{cases} x = f(u, v), \\ y = \varphi(u, v), \\ z = \psi(u, v), \end{cases}$$

où les coordonnées rectangulaires (x, y, z) d'un point de la surface sont exprimées en fonction de deux paramètres u et v, que rien ne nous empêche de regarder comme les coordonnées rectangulaires d'un point dans un plan. Nous supposerons les fonctions f, φ, ψ continues dans un domaine borné (D) de ce plan, et admettant dans ce domaine des dérivées partielles du premier ordre continues. A tout ensemble de points quarrable (E) contenu dans (D) correspond sur la surface (S) un ensemble de points qui constitue une portion de surface (s).

Pour définir l'aire de (s), décomposons le plan des (u, v) en triangles *abc* et considérons ceux de ces triangles dont les trois sommets appartiennent à l'ensemble (E). Les points A, B, C de la portion de surface (s) que les formules (1) font correspondre aux points a, b, c sont les sommets d'un triangle inscrit dans (s). Nous considérerons la somme Σ des aires de tous ces triangles ABC inscrits dans (s).

Donnons-nous enfin un angle α aussi petit que nous voulons, mais fixé une fois pour toutes.

Cela étant, l'intégrale double

$$I = \int\int_{(E)} \sqrt{\left[\frac{D(\psi, \varphi)}{D(u, v)}\right]^2 + \left[\frac{D(\psi, f)}{D(u, v)}\right]^2 + \left[\frac{D(f, \varphi)}{D(u, v)}\right]^2}\, du\, dv,$$

étendue à l'ensemble (E) du plan des (u, v), jouit de la propriété suivante :

A tout nombre positif ε on peut faire correspondre un nombre h tel que, si l'on décompose d'une manière quelconque le plan des (u, v) en triangles abc dont chacun soit de diamètre [1] *inférieur à h et, de plus, ait l'un au moins de*

---

[1] Le diamètre d'un triangle dont les sommets ont pour coordonnées (u_1, v_1), (u_2, v_2), (u_3, v_3) sera la plus grande des six quantités

$$|u_i - u_j|, \quad |v_i - v_j| \qquad (i, j = 1, 2, 3).$$

ses angles compris entre α *et* $\pi - \alpha$, *la somme* $\sum$ *des aires de ceux des triangles correspondants* ABC *qui sont inscrits dans* (s) *diffère de* I *de moins de* ε.

L'intégrale double I *est donc la limite de la somme* $\sum$ *lorsqu'on considère une suite de décompositions du plan des* (u, v) *satisfaisant à la condition que le plus grand diamètre des triangles tende vers zéro et que chaque triangle ait un angle au moins compris entre* α *et* $\pi - \alpha$. Elle représente ainsi tout naturellement ce qu'il convient d'appeler l'*aire de la portion de surface* (s).

II. Si on laissait de côté la condition que chaque triangle *abc* doit avoir un angle compris entre α et $\pi - a$, le théorème serait faux.

Considérons, par exemple, la calotte sphérique définie par les équations

$$x = u, \qquad y = v, \qquad z = \sqrt{R^2 - u^2 - v^2},$$

où u et v sont assujettis à l'inégalité

$$u^2 + v^2 \leqq a^2 < R^2.$$

Décomposons le plan des (u, v) en triangles isoscèles tous égaux entre eux et ayant leurs bases parallèles; si la hauteur est infiniment petite du troisième ordre par rapport à la base, la somme $\sum$ des aires de ceux des triangles correspondants qui sont inscrits dans la calotte sphérique *augmente indéfiniment* quand la base commune des triangles tend vers zéro.

On doit cependant ajouter la remarque importante suivante : ε étant donné, si tous les triangles *abc* sont de diamètre inférieur à un nombre h suffisamment petit, la somme $\sum$ correspondante est certainement supérieure à $I - \varepsilon$ (1).

III. Cette remarque permettrait de donner de l'aire de (s) la définition suivante, où n'intervient plus l'angle α :

Soit $\mathfrak{s}(h)$ *la borne inférieure de l'ensemble des sommes* $\sum$ *correspondant aux différentes décompositions du plan de* (u, v) *en triangles tous de diamètre inférieur ou égal à* h. *L'aire de* (s) *est la limite de* $\mathfrak{s}(h)$ *quand* h *tend vers zéro.*

Cette définition pourrait, semble-t-il, être étendue aux surfaces simplement continues, obtenues en supposant que, dans les formules (1), les fonc-

---

(1) Voir, sur ce point particulier, R. BAIRE, *Leçons sur les théories générales de l'Analyse*, t. I, 1907, p. 210.

tions continues f, φ, ψ n'admettent pas de dérivées partielles du premier ordre continues. La portion de surface (s) aurait alors une aire si, pour chaque valeur de h, $\mathcal{S}(h)$ était finie, et si, de plus, $\mathcal{S}(h)$ n'augmentait pas indéfiniment quand h tend vers zéro. Mais il faudrait montrer que, si (s) et (s') sont deux portions de la surface (S) admettant chacune une aire et n'ayant aucun point commun, la portion (s'') formée par l'ensemble des points de (s) et de (s') admet encore une aire égale à la somme des deux premières; or cela n'est pas évident.

IV. Le théorème fondamental énoncé dans cette Note se démontre immédiatement à l'aide du lemme suivant, facile lui-même à démontrer.

Faisons correspondre à tout point de coordonnées rectangulaires (u, v) appartenant à un certain domaine borné (D) du plan des (u, v) le point du plan des (x, y) dont les coordonnées rectangulaires sont définies par les formules

$$x = f(u, v),$$
$$y = \varphi(u, v),$$

les fonctions f et φ étant continues dans (D) et admettant dans (D) des dérivées partielles du premier ordre continues. A tout nombre ε on peut faire correspondre un nombre h tel que, si abc est un triangle quelconque du plan des (u, v), ayant ses trois sommets dans (D), ayant un diamètre inférieur à h et ayant au moins un angle compris entre α et $\pi - \alpha$, on a l'inégalité (où les aires ont un signe)

$$\left| \frac{\text{aire ABC}}{\text{aire } abc} - \left(\frac{D(f, \varphi)}{D(u, v)} \right)_0 \right| < \varepsilon.$$

[On a désigné par $\left(\frac{D(f, \varphi)}{D(u, v)} \right)_0$ la valeur du déterminant fonctionnel de f et φ pour un quelconque des sommets du triangle abc.]

Ce lemme, susceptible d'extension facile dans le cas d'un nombre quelconque de variables, permettrait de faire simplement la théorie du changement de variables dans les intégrales multiples.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions inverses des fonctions entières.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. Painlevé.

J'ai énoncé (*Comptes rendus*, 28 octobre 1907) quelques résultats relatifs aux singularités transcendantes de la fonction $x(Y)$, inverse d'une fonction

entière $Y(x)$. J'ai dit que ces singularités étaient (du point de vue d'une classification que j'ai donnée ailleurs) des singularités de première espèce. Je voudrais aujourd'hui analyser d'un peu plus près ces singularités ainsi que les propriétés correspondantes de $Y(x)$.

1. Les langues; leur classification. — Soit η une singularité transcendante de $x(Y)$; il existe, dans le plan des x, une infinité de chemins contigus, d, s'éloignant vers l'infini et sur lesquels Y tend vers η. Faute d'un terme meilleur, j'ai appelé *langue* l'ensemble des chemins d contigus. J'appellerai, pour préciser, *langue finie* toute langue dans laquelle Y tend vers une limite finie η, et *langue infinie* toute langue où Y devient infinie. Cela posé, nous distinguerons les types de langues suivants :

Premier type. — Langue $\mathfrak{L}$ dans laquelle Y tend vers η en s'enroulant un nombre arbitraire de fois (fini ou infini) autour de ce point, mais sans tourner (1) autour d'une infinité de points critiques algébriques convergeant vers η. Dans une telle langue il existe une infinité de chemins infinis d le long desquels Y passe par les mêmes valeurs (suit, par exemple, un même rayon aboutissant en η). — Dans ces conditions, le point η est pour la fonction $x(Y)$ un des points que j'ai appelés *points directement et non indirectement critiques* (2). Un tel point η peut être point limite de points critiques algébriques en même temps que point logarithmique; mais alors les permutations opérées autour des points critiques algébriques constituent des impasses (en d'autres termes on ne peut, au voisinage de η, obtenir une infinité de déterminations x nouvelles à moins de décrire *directement autour de* η la suite infinie de tours qui effectue les permutations définissant η comme point logarithmique).

Deuxième type. — Langue $\mathfrak{L}$ dans laquelle Y ne peut tendre vers le point η à moins de s'enrouler une infinité de fois autour de ce point en tournant autour d'une infinité de points critiques algébriques convergeant vers η. Dans une telle langue il existe une infinité de chemins infinis d le long desquels Y passe par les mêmes valeurs (suit, par exemple, une même spirale

(1) Précisons ce que nous entendons par « tourner autour d'un point critique η_j » Soit Γ un cercle de centre η qui ne contienne aucun point transcendant autre que η. Je suppose que, d'une manière quelconque, on ait construit un système de coupures joignant au contour Γ les points critiques situés dans Γ, ces coupures ne s'enroulant pas une infinité de fois autour d'un de leurs points et ne se coupant pas entre elles. Tourner autour de η_j, c'est décrire un lacet fermé qui franchisse *une fois* la coupure η_j et ne rencontre aucune autre coupure.

(2) *Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre.*

aboutissant en η). — Dans cette condition, le point η est pour la fonction $x(Y)$ un des points que j'ai appelés *points indirectement critiques de première espèce*. (Les permutations qui s'opèrent au voisinage de η se laissent ranger en série unilinéaire). — Les fonctions entières ne sauraient présenter des langues *infinies* du deuxième type.

Troisième type. — Langue $\mathfrak{L}$ dans laquelle Y tend vers η en tournant autour d'une infinité de points critiques algébriques convergeant vers η, mais sans s'enrouler nécessairement [1] une infinité de fois autour de η. — Dans ces conditions, η est encore, pour x (Y), *indirectement critique* et point de première espèce (d'après le théorème que je rappelais en commençant). — Le troisième type se présente comme un type limite séparant le second du premier type.

Langues doubles. — Langue $\mathfrak{L}$ dans laquelle se trouvent des chemins d sur lesquels Y tend vers η sans tourner autour d'une infinité de points critiques algébriques convergeant vers η, — et aussi des chemins d, sur lesquels Y tend vers η suivant un chemin spécial, en tournant autour d'une infinité de points critiques convergeant vers η. — Dans ces conditions, η est pour x (Y) *point directement et indirectement critique* (point de première espèce de la deuxième sorte). — Les langues doubles, comme les langues simples, pourront être réparties entre divers types. On reconnaîtra d'ailleurs que les fonctions entières ne sauraient présenter des *langues doubles finies*.

Cela posé, du fait que tous les points transcendants de x(Y) sont de première espèce, il résulte que toute langue présentée par Y (x) est double (infinie) ou appartient à l'un des trois types de langues simples que nous avons définis.

2. Frontières d'une langue [2]. — Soit d'abord $\mathfrak{L}$ une langue du premier ou du second type. Traçons un petit cercle δ arbitrairement petit de centre η. On constate que si l'on tourne indéfiniment sur δ (à partir d'un point $\overline{Y}$ et de déterminations initiales convenables) soit dans le sens positif, soit dans le sens négatif, on engendre deux infinités différentes de déterminations de $x(\overline{Y})$. Appelons d', d'' les deux chemins infinis décrits par x dans son plan lorsque Y tourne de la manière indiquée : faisant tendre le rayon de δ vers o,

(1) Mais il n'existe pas une infinité de chemins infinis d différents le long desquels Y décrit une même courbe ne s'enroulant pas une infinité de fois autour de η.

(2) Pour me borner aux cas fondamentaux, je néglige ici le cas exceptionnel des langues du troisième type.

nous appellerons les lignes d' et d'' *lignes frontières de la langue* $\mathfrak{L}$. L'ensemble de tous les chemins d' contigus forme une *languette d'indétermination,* de même que l'ensemble de tous les points d'' contigus.

Dans le cas où $\mathfrak{L}$ est une langue double, on est amené à mouvoir Y, non plus sur le contour δ, mais sur un chemin plus compliqué qui opère une infinité de permutations à l'intérieur de δ. On obtient alors encore les chemins d', d'', le long desquels Y reste indéterminée, mais Y n'est plus bornée sur ces chemins.

3. Langues contiguës. — On appelle *langues contiguës* deux langues qui ne sont séparées que par une languette d'indétermination. On aura alors la proposition suivante : *toute langue contiguë à une langue finie (d'une fonction entière) est une langue infinie.*

4. Exemples. — Je signalerai, en fait d'exemples, ceux que fournit la fonction [1]

$$Z = \lambda e^{\frac{2+\lambda}{\lambda} ix} \cos x - i(2+\lambda) e^{\frac{2+\lambda}{\lambda} ix} \sin x,$$

fonction intéressante, parce qu'elle donne lieu à une discussion de tous points semblable à celle qu'on fait sur les intégrales de l'équation différentielle

$$(1) \qquad zz' = \alpha_1 x + \beta_1 z + \alpha_2 x^2 + \ldots$$

au voisinage de la singularité $x = 0$. Séparons dans λ^{-1} la partie réelle de la partie imaginaire en posant $\lambda^{-1} = \alpha + \beta i$, et distinguons les cas suivants : 1° $\alpha > 0$: l'origine est pour $x(Z)$, point directement et non indirectement critique; on a (dans le plan des x) une langue finie du premier type; 2° $\alpha < 0$, $\beta \neq 0$: l'origine est pour $x(Z)$, point indirectement critique de première espèce; on a une langue du deuxième type; 3° $\alpha = 0$, $\beta \neq 0$: on a une langue du troisième type; 4° $\alpha < 0$, $\beta = 0$: l'origine n'est plus transcendante pour $x(Z)$; les points critiques qui, pour $\beta \neq 0$, convergeaient vers $Z = 0$, convergent maintenant vers tous les points d'une courbe fermée si β est irrationnel, et vers un nombre fini de points (comme cela arrive pour $\arcsin x$) si β est rationnel.

MÉCANIQUE. — *Sur la statique de la ligne déformable.* Note de MM. Eugène et François Cosserat.

La statique des corps déformables a jusqu'ici reposé sur ce qu'on appelle, dans la Mécanique classique, le *principe de solidification,* et sur le concept *a priori* de force statique. C'est *a posteriori* que l'on exprime hypothétique-

(1) Je me suis servi de cette fonction, dans les *Leçons* citées ci-dessus, pour uniformiser les intégrales de l'équation (1) au voisinage de $x = 0$.

ment l'effort en fonction de la déformation, généralement en se plaçant dans le cas très particulier d'un état infiniment voisin de l'état naturel; l'arbitraire de la relation ainsi établie, appelée *loi de Hooke* s'il s'agit de la déformation infiniment petite des solides, et *relation supplémentaire* s'il s'agit de la déformation quelconque des fluides, est seulement limité par la condition de respecter le principe de la conservation de l'énergie. En procédant dans l'ordre inverse, suivant la méthode que nous avons indiquée dans nos notes précédentes, la force statique n'apparaît plus avec le caractère métaphysique contre lequel Carnot s'élevait déjà il y a un siècle, mais elle reçoit tout de suite une définition construite comme celle que nous avons fait correspondre, dans la dynamique du point, à la deuxième loi du mouvement de Newton; le principe de solidification, remplacé par l'invariance, dans le groupe euclidien, de l'expression que nous appelons l'*action*, prend une forme qui peut être transportée dans toutes les parties de la Physique; enfin, dès le début, le problème statique peut être abordé dans toute sa généralité, sans qu'il soit nécessaire de le restreindre à la considération de deux positions infiniment voisines.

Envisageons la ligne déformable telle que nous l'avons précédemment définie. Si s_0 est l'arc de la ligne dans l'état non déformé, et ξ, η, ζ, p, q, r les vitesses géométriques de translation et de rotation du trièdre $Mx'y'z'$ adjoint à chaque point $M(x, y, z)$ dans l'état déformé, l'action de déformation est l'intégrale portant sur une fonction W de s_0, ξ, η, ζ, p, q, r, qui est invariante dans le groupe euclidien. La variation de cette action introduit, relativement au trièdre $Mx'y'z'$, l'effort de déformation (F', G', H') et le moment de déformation (I', J', K'), qui sont exprimés par les formules $F' = \frac{\partial W}{\partial \xi}$, $G' = \frac{\partial W}{\partial \eta}$, $H' = \frac{\partial W}{\partial \zeta}$, $I' = \frac{\partial W}{\partial p}$, $J' = \frac{\partial W}{\partial q}$, $K' = \frac{\partial W}{\partial r}$; elle conduit en outre à définir la force et le moment extérieurs par des équations qui entraînent celles que Lord Kelvin et Tait ont prises pour base de leurs recherches et qui, moyennant les notions d'effort de tension, d'effort tranchant, de moment de torsion et de moment fléchissant, donnent très naturellement des théorèmes tels que ceux de Poisson et de M. Maurice Levy. Enfin, la notion d'énergie de déformation résulte de celle du travail.

L'exposition précédente est toute semblable à celle que nous avons déjà fait connaître pour la dynamique du trièdre et du corps invariable, l'arc s_0 jouant ici le rôle du temps t; cette simple constatation fournit immédiatement la généralisation de l'analogie bien connue de Kirchhoff. De ce que la variation de l'action est nulle pour tout déplacement euclidien, résulte le

théorème de Varignon, qui est analogue au théorème de Saint-Guilhem et exprime en définitive le principe de solidification. La formule qui nous sert de point de départ et la considération de la forme normale des équations conduisent aux théorèmes de Castigliano, où intervient l'expression qui correspond à l'énergie cinétique.

Indiquons, pour terminer, comment la théorie précédente permet de rassembler, à titre de cas particuliers, tous les résultats obtenus depuis D. Bernoulli et Euler sur la statique de la ligne déformable ; les plus importants ont leur véritable origine dans les notions de *trièdre caché* et d'*action* W *cachée*. Dans l'étude de la ligne déformable, il est naturel de porter l'attention d'une façon particulière sur la courbe dessinée par cette ligne, non seulement pour les diverses formes de la fonction W, mais lorsque, établissant entre les arguments de W des relations, on laisse *ignorée* en quelque sorte la fonction qui a servi de point de départ ou même la fonction résultante. Cette dernière notion peut s'interpréter par la considération des *déformées particulières de la ligne déformable générale ;* mais il est important aussi de l'envisager comme ont fait Lord Kelvin et Tait pour les liaisons dans la Dynamique classique, ainsi que suivant la méthode de Lagrange, cette dernière conduisant immédiatement à des *équations canoniques,* pour des formes appropriées des données.

La ligne que Lagrange qualifie de « fil flexible et en même temps extensible et contractible », qui a été étudiée de nouveau par Lamé et par M. Duhem, correspond au cas où W est une simple fonction de s_0 et de $\xi^2+\eta^2+\zeta^2$; en assujettissant en outre ξ, η, ζ à la relation $\xi^2+\eta^2+\zeta^2=1$, et introduisant la notion d'un W *complètement caché*, on obtient la ligne flexible et inextensible de la Mécanique classique.

Considérons encore le cas où l'on a $\eta=0$, $\zeta=0$, l'axe Mx' du trièdre $Mx'y'z'$ restant alors constamment tangent à la ligne déformable ; si l'on ne veut envisager que la valeur W_1 prise par W pour $\eta=0$, $\zeta=0$, les quantités G′, H′ se présentent comme des auxiliaires ; leur élimination conduit à ce résultat intéressant qu'en désignant par ω l'angle de My' avec la normale principale de la courbe (M) et en introduisant l'expression de W_1 au moyen des dérivées des trois premiers ordres de x, y, z par rapport à s_0, de ω et de $\frac{d\omega}{ds_0}$, on est amené à *un système d'équations qui a de nouveau son origine dans le calcul des variations*. Les mêmes considérations s'appliquent encore quand on particularise davantage, en supposant, par exemple, $\xi=1$, $\eta=0$, $\zeta=0$, puis $\xi=1$, $\eta=0$, $\zeta=0$, $q=0$; la première particularisation donne la

ligne déformable que Lord Kelvin et Tait ont étudiée en se plaçant surtout au point de vue de la déformation infiniment petite. Si maintenant, avec les hypothèses précédentes, on donne à W des formes convenables, on retrouve les diverses lignes déformables, envisagées par Lagrange, Binet, Poisson, qui ont fait l'objet des études analytiques de Wantzel, Saint-Venant, J. Bertrand, Hermite; plus spécialement, on rattache ainsi au point de vue très général que nous avons adopté l'idée en apparence très différente que D. Bernoulli et Euler s'étaient faite du problème de la ligne déformable; c'est cette dernière, comme on sait, qui a inspiré plus tard Sophie Germain et Poisson dans leurs recherches sur les surfaces élastiques.

PHYSIQUE. — *Sur les variations des bandes d'absorption des sels de didyme et d'erbium dans un champ magnétique.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

On a vu précédemment que sous l'influence d'un abaissement de température les bandes d'absorption des corps solides et des solutions deviennent plus fines ou se résolvent en composantes. L'observation des spectres de divers sels de didyme et d'erbium, à la température de l'air liquide, a montré que ces corps possèdent de nombreuses bandes variables dans un champ magnétique.

Le sel dissous dans l'un des divers alcools ou dans un mélange d'eau et d'alcool est renfermé dans un tube de 3^{mm}, à l'intérieur d'un autre tube, à enceinte de vide, contenant de l'air liquide. La *solution solidifiée* est traversée, entre les pôles d'un électro-aimant, par un faisceau lumineux parallèle au champ magnétique. Un rhomboèdre de spath disposé devant la fente du spectroscope, et précédé d'une lame quart d'onde, permet d'obtenir dans l'oculaire deux plages contiguës et d'analyser à la fois deux vibrations circulaires inverses. Lorsque le champ est excité, les bandes sensibles se déplacent en des sens opposés dans les deux plages et le léger balancement qu'on observe en inversant plusieurs fois de suite le sens du champ permet, sinon de mesurer les très faibles déplacements, du moins d'évaluer leur ordre de grandeur.

Les bandes correspondant à des vibrations circulaires de même sens ne sont pas toutes déplacées du même côté; l'effet, même s'il est de sens inverse au sens observé pour toutes les raies des vapeurs, est du même ordre de grandeur que le phénomène de Zeeman.

Nitrate de néodyme. — Les résultats relatifs aux solutions de nitrate de néodyme ont été exposés dans une Note récente (9 décembre). On a vu que la sensibilité des bandes à l'action d'un champ magnétique est indépendante du solvant et ne paraît pas influencée par l'addition d'un corps très magnétique (perchlorure de fer).

La séparation des bandes en deux composantes correspondant à des vibrations circulaires inverses ne peut être obtenue que dans un corps isotrope ou un cristal uniaxe dont l'axe est orienté parallèlement au champ; dans ces conditions, avec le nitrate de néodyme non dissous, on observe seulement les élargissements et dédoublements dissymétriques des bandes très fines du groupe situé vers 625$^{\mu\mu}$.

Chlorure de didyme. — Le chlorure de didyme en solution dans l'alcool méthylique possède plusieurs bandes variables. La plus sensible est la bande 509$^{\mu\mu}$,6 (électrons +, décalage 0$^{\mu\mu}$,11 pour 14000 gauss) et il est intéressant d'observer que dans la parisite (carbonate de Ce, La, Di avec Ca et Fl) la bande la plus sensible se trouve à peu près à la même place et subit un effet de même sens environ deux fois plus grand.

Dans le vert se trouve un groupe dont trois bandes sont très nettes et intenses (520$^{\mu\mu}$,7; 522$^{\mu\mu}$; 522$^{\mu\mu}$,5). La bande 520$^{\mu\mu}$,7 (électrons —) donne un décalage évalué à 0$^{\mu\mu}$,04 pour 14000 gauss; la bande voisine (—) se déplace plus faiblement et la bande 522$^{\mu\mu}$,5 n'a pas paru sensible.

Dans le groupe jaune-vert, on observe trois bandes variables : 576$^{\mu\mu}$, 1(+, décalage environ 0$^{\mu\mu}$,04), 578$^{\mu\mu}$,7 (—) et 579$^{\mu\mu}$,6 (—). Enfin deux fortes bandes situées vers 680$^{\mu\mu}$ et correspondant à des électrons négatifs donnent entre leurs composantes des décalages de 0$^{\mu\mu}$,06 à 0$^{\mu\mu}$,07.

Toutes ces bandes se retrouvent légèrement déplacées avec les solutions dans l'alcool éthylique ou dans l'eau additionnée d'alcool. Leurs déplacements dans un champ magnétique paraissent invariables.

Mélanges de chlorure et de nitrate de didyme. — L'addition de petites quantités de nitrate de didyme à une solution de chlorure affaiblit très rapidement plusieurs des bandes les plus intenses (520$^{\mu\mu}$,7, 522$^{\mu\mu}$,5, 572$^{\mu\mu}$,7, 574$^{\mu\mu}$,5, 576$^{\mu\mu}$,1); ces bandes deviennent très faibles ou disparaissent dans un mélange de 5 de chlorure, 5 de nitrate pour 100 d'alcool méthylique.

La bande 522$^{\mu\mu}$ se conserve dans le mélange et dans le nitrate pur.

Au fur et à mesure qu'on augmente la proportion de nitrate, des bandes nouvelles apparaissent (522$^{\mu\mu}$,9, 523$^{\mu\mu}$,5, 577$^{\mu\mu}$,7; 581$^{\mu\mu}$,4, dans un mélange de 7,5 de chlorure, 2,5 de nitrate pour 100 d'alcool méthylique). La bande 522$^{\mu\mu}$,9 (électrons —, décalage 0,05) augmente constamment et constitue dans le nitrate pur la bande la plus intense du groupe vert et la plus sensible au champ; la bande 523$^{\mu\mu}$,5 (électrons —) et la bande 581$^{\mu\mu}$,4 (électrons +), après être passées par un maximum d'intensité, se retrouvent également dans le nitrate, mais sont très affaiblies.

Enfin l'addition d'eau à la solution alcoolique de nitrate pur fait apparaître quelques bandes de la solution de chlorure, en particulier la bande 520$^{\mu\mu}$.

On peut donc suivre chacune des bandes dans ses transformations successives : les déplacements dans un champ magnétique paraissent toujours indépendants de ces transformations.

Sulfate de didyme. — Le sulfate étant insoluble dans un mélange d'eau et d'alcool, on observe dans le sel solide, comme précédemment dans le nitrate, les élargissements ou dédoublements des bandes fines du groupe orangé ($625^{\mu\mu}$).

Oxalate, fluorure et autres sels de didyme insolubles. — Les spectres de ces sels peuvent être examinés en mettant la matière pulvérulente en suspension dans l'alcool et solidifiant la masse. Aucune bande n'a paru sensible au champ : il est probable que les bandes ne sont pas assez fines pour que les élargissements soient visibles.

Chlorure d'erbium. — Les bandes suivantes se déplacent dans un champ magnétique : $487^{\mu\mu}$ (électrons —, décalage environ 0,1 pour 14000 gauss); $488^{\mu\mu}$ (—); $523^{\mu\mu},8$ (+, décalage 0,08); $541^{\mu\mu}$ (—).

Les principales conclusions de ces recherches sont les suivantes :

1° La variabilité des bandes d'absorption dans un champ magnétique, primitivement observée dans le corps possédant les bandes les plus fines, le xénotime, puis plus difficilement dans la tysonite, pouvait paraître un fait exceptionnel. L'emploi des basses températures a permis d'étendre les premiers résultats à d'autres cristaux (parisite, apatite), puis à divers sels solides ou dissous. La généralité du phénomène apparaît donc maintenant et on l'observerait sans doute dans la plupart des corps possédant l'absorption sélective si l'on pouvait abaisser la température suffisamment pour obtenir des bandes assez fines. L'agitation thermique semble en effet la principale cause de perturbation des mouvements des électrons absorbants : il faut donc, pour étudier dans les meilleures conditions les vibrations entretenues par la lumière, chercher à supprimer les autres mouvements.

2° Le changement de période, sous l'influence du magnétisme, des corpuscules produisant une bande, a paru, dans les expériences actuellement réalisées, indépendant de la température ainsi que des conditions qui modifient plus ou moins la bande considérée. *La grandeur du déplacement d'une bande dans un champ déterminé semble donc une propriété caractéristique du système oscillant.*

3° La variabilité du sens dans lequel se déplacent les bandes correspondant à des vibrations circulaires de même sens est un résultat remarquable et inattendu. Dès les premières observations, j'avais émis l'hypothèse, ou d'une inversion du sens du champ à l'intérieur de certains atomes, ou de l'existence de corpuscules chargés positivement. L'hypothèse de l'inversion a été préconisée par plusieurs physiciens, mais elle soulève bien des difficultés et l'invariabilité des déplacements ne semble pas favorable à cette manière de voir. Je pense donc qu'il serait actuellement prématuré d'affirmer aussi bien que de nier l'existence des électrons positifs ; toutefois il n'est pas sans intérêt de remarquer que si les phénomènes magnéto-optiques

dans les cristaux et les sels de terres rares avaient été observés avant la découverte de la radioactivité et de l'effet Zeeman, personne n'eût alors hésité, en rapprochant ces phénomènes de l'effet Hall, à affirmer l'existence simultanée d'électrons positifs et négatifs possédant des masses du même ordre de grandeur.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Spectrophotométrie, viscosimétrie et signes électriques des solutions.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Dastre.

Dans une Note récente (25 novembre 1907), MM. André Mayer, G. Schaeffer et E. Terroine démontrent par l'observation directe que l'addition de traces d'alcali à une suspension ultramicroscopique augmente la grandeur des granules colloïdaux si la solution est positive, la diminue si la solution est négative, l'addition d'acide produisant l'effet inverse. En raison de la concordance de ces faits avec certaines conséquences des théories cinétiques (concordance qui ressortira de la présente Note) il est légitime de penser que cette règle est vraie pour tous les agrégats moléculaires. C'est précisément sur des modifications du volume de ces agrégats dans des solutions et du volume des granules de suspensions colloïdales, modifications obtenues par des traces d'acide (d'eau de chlore, en l'espèce), que j'ai fondé une méthode générale de préparation de colorants nouveaux [1].

J'ai étudié au spectrophotomètre l'influence de petites doses d'eau de chlore sur le bleu méthylène (suspension colloïdale) et sur l'auramine (cristallisée), puis, sur le ponceau cristallisé, l'action de grandes doses, croissant environ de $\frac{3}{1000}$ à $\frac{18}{1000}$. On peut résumer le phénomène général, pour ces deux ordres de solutions, en disant que le chlore avive, aux petites doses, les couleurs impures et, aux plus grandes doses, diminue l'intensité des λ principaux, faisant virer la couleur primitive vers les λ qui avaient dans cette couleur la plus petite intensité.

Que la décoloration de la masse colorée soit partielle ou totale, je montre (et ceci est d'accord également avec une des conclusions de la Note précitée) qu'il n'y a pas là, *en général*, de pigments représentant des combinaisons chlorées ou des produits

[1] J'ai communiqué au groupe zoologique de l'Institut général psychologique (*Bulletin*, n° 5, séance du 1er juillet 1907) les résultats qui intéressaient un problème de technique histologique posé par Ernest Solvay; j'ai généralisé le procédé (*Revue générale des matières colorantes*, octobre 1907) en greffant sur les pigments modifiés par des traces de chlore des colorations de milieux troubles, obtenues par l'addition à la solution chlorée d'un vernis complexe à base de gomme laque.

d'oxydation. J'ai cherché inutilement sur divers produits à mettre en évidence la dislocation de la molécule colorée par le chlore ou la combinaison du chlore avec le noyau : par exemple, pour l'auramine virée par l'action du chlore il n'a pas fallu moins de trente lavages successifs pour en éliminer le chlore; à partir de là, le nitrate d'argent n'indique plus la moindre trace de chlore; l'analyse élémentaire n'en décèle pas la moindre addition à la molécule; cependant le virage persiste dans la poudre recueillie après évaporation du solvant.

On change la couleur d'un pigment en lui ajoutant du blanc, car de cette manière les plus petites intensités des λ augmentent relativement plus que les autres; en ajoutant du gris par dilution, c'est l'inverse qui se produit. Aux doses élevées d'eau de chlore, lorsque la portion décolorée par l'eau de chlore devient prépondérante sur la portion purifiée, c'est bien le changement de coloration par addition de blanc qui détermine les virages de mes teintes, car nous voyons les teintes virer précisément vers les λ représentés dans le spectre de la couleur primitive par les plus petites intensités; en même temps, la couleur principale diminue d'intensité. Or cette absorption et ce virage, qui correspondent *en gros* à une déformation de la courbe spectrophotométrique à la fois par division des ordonnées $\frac{i}{I}$ dans un rapport constant et par addition à ces mêmes ordonnées d'une quantité constante, ne peuvent s'expliquer qu'en admettant que le chlore produit dans mes suspensions colloïdales et mes solutions des grains dont les dimensions sont plus petites que la longueur d'onde (¹) : les granules des premières sont donc diminués de volume, les agrégats moléculaires des secondes, augmentés. Les colorants obtenus ainsi sont des colorants modifiés par diffraction.

Ces déductions sur l'accroissement du volume de l'agrégat moléculaire pour les solutions que j'avais étudiées et sur la diminution du volume du granule, dans le cas des colloïdes, ont été remarquablement confirmées par les mesures de viscosités des solutions. La théorie cinétique des gaz nous apprend que la viscosité augmente quand le diamètre des molécules diminue et inversement. Mes solutions de produits cristallisés, sous l'action de doses croissantes de chlore, devaient donc diminuer de viscosité, tandis que mes suspensions colloïdales, dans les mêmes conditions, devaient augmenter de viscosité. C'est ce que l'expérience a nettement démontré.

Le chlore, ajouté à l'eau, en diminue d'abord la viscosité et augmente les mouvements browniens; à des doses un peu plus fortes, la viscosité tend à grandir. L'ammoniaque agit comme l'eau de chlore sur la viscosité de l'eau. Les granules sont ani-

---

(¹) Un grand nombre de cristaux colorés deviennent blancs quand ils sont porphyrisés.

més de mouvements browniens : ceux-ci sont dus au bombardement des molécules liquides; or la théorie montre que le chemin moyen parcouru par une particule, c'est-à-dire les chocs contre cette particule augmentent quand la viscosité diminue. A cette diminution de viscosité du milieu doivent donc correspondre une tendance au cisaillement du granule et aussi des chances d'agglutination.

L'avivage de la matière colorante par des traces d'eau de chlore, variables suivant le produit, est général pour les couleurs dérivées des thiazines, des oxyazoïques, des rosalinines et des azines; il est insensible pour les couleurs diamines et les couleurs azoïques, beaucoup plus pures. Il est évident que ce fait est lié à une séparation, à l'état de suspensions, de la couleur principale et des impuretés : tandis qu'à petites doses le chlore ne décolore qu'une portion négligeable de la couleur principale, il décolore complètement la masse relativement petite des impuretés : de là l'avivage.

Les déductions que la théorie cinétique permet de tirer du sens des variations de la viscosité des solutions en présence de traces d'acide ou d'alcali sont concordantes jusqu'ici avec les observations de MM. André Mayer, G. Schaeffer et E. Terroine. L'auramine, le ponceau, l'induline, le bleu d'aniline, etc., dont les viscosités décroissent par l'acide, dont les agrégats doivent donc augmenter de volume, sont des solutions négatives. Le bleu méthylène, la fluorescéine, l'éosine, la nigrosine (pure), etc., dont les viscosités grandissent, dont les agrégats doivent diminuer de volume, sont des solutions positives. La viscosité de l'hydrate de fer colloïdal (positif), après une légère décroissance, grandit continûment. Une solution alcoolique d'urée, qui a sa viscosité augmentée par une trace de chlore et diminuée par une trace d'ammoniaque, est nettement positive. Le bleu de méthylène et la nigrosine ont leurs viscosités diminuées, le ponceau a sa viscosité augmentée légèrement par l'ammoniaque. Il paraît donc possible de prévoir le signe électrique d'après le sens des variations de la viscosité en présence de traces d'acide ou d'alcali.

MAGNÉTISME. — *Chaleur spécifique et champ moléculaire des substances ferromagnétiques*. Note [1] de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

L'énergie mutuelle des aimants élémentaires contenus dans 1^{cm^3} de substance ferromagnétique est

$$E = -\frac{1}{2}H_m I = -\frac{1}{2}NI^2,$$

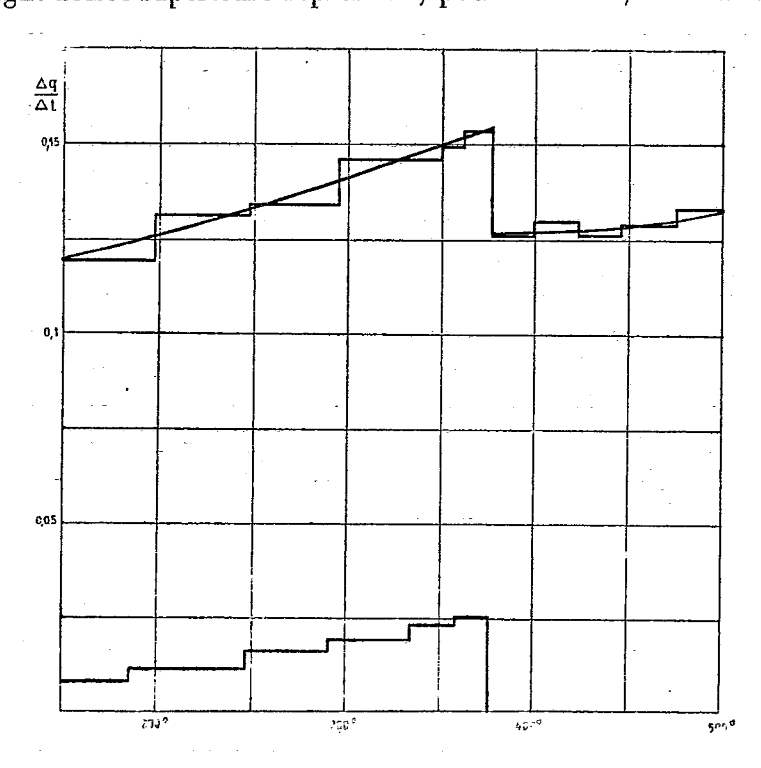
[1] Présentée dans la séance du 23 décembre 1907.

où H_m est le champ moléculaire, appelé précédemment *champ intérieur* ([1]), I l'intensité d'aimantation à saturation et N un coefficient constant. Lorsque la température s'élève, I diminue; il faut donc, en dehors de la chaleur nécessaire à l'élévation de température, fournir l'énergie de désaimantation, c'est-à-dire ajouter à la chaleur spécifique un terme magnétique :

$$C_m^t = \frac{1}{2J} N \frac{dI^2}{dt},$$

où J est l'équivalent mécanique de la calorie. Le coefficient N se déduit de la constante de Curie ([2]). Par suite de l'énormité des champs moléculaires (plusieurs millions de gauss), C_m^t est du même ordre de grandeur que les chaleurs spécifiques.

La ligne brisée supérieure représente, pour le nickel, les chaleurs spéci-



fiques moyennes dans de petits intervalles; la courbe, les chaleurs spé-

([1]) *Comptes rendus,* t. CXLIII, 1906, p. 1136.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXLIV, 1907, p. 25. Toutes les constantes de Curie, calculées et observées, sont dix fois trop faibles; les conclusions n'en sont pas altérées.

cifiques vraies; la ligne brisée inférieure représente le terme magnétique C_m^t. Celui-ci tombe brusquement à zéro à la température θ de disparition du ferromagnétisme spontané.

La discontinuité C_m^θ se déduit *magnetiquement* des expériences de Pierre Curie pour le fer, d'expériences nouvelles pour le nickel et la magnétite. Pour la détermination *calorimetrique*, j'ai utilisé les expériences très précises de M. Pionchon sur le fer et des expériences nouvelles, faites à ma demande par M. Paul N. Beck, sur le fer, le nickel et la magnétite. On a :

Magnétiquement.		Calorimétriquement.
	Fer.	
$\theta = 753 + 273°$		$\theta \sim 758 + 273°$
$C_m^\theta = 0,136$		$C_m^\theta \sim 0,112$
	Nickel.	
$\theta = 376 + 273°$		$\theta \sim 376 + 273°$
$C_m^\theta = 0,025$		$C_m^\theta \sim 0,027$
	Magnétite.	
$\theta = 588 + 273°$		$\theta \sim 580 + 273°$
$C_m^\theta = 0,048$		$C_m^\theta \sim 0,050$

La concordance est aussi satisfaisante que le degré de précision des mesures le permet.

L'hypothèse du champ moléculaire rend donc compte, quantitativement, de l'anomalie des chaleurs spécifiques des substances ferromagnétiques.

ÉLECTROCHIMIE. — *Réduction électrolytique de l'indigo.* Note de M. **Henri Chaumat**, présentée par M. A. Haller.

I. La réduction de l'indigo bleu, en vue de son application à la teinture, se fait actuellement soit par des procédés de fermentation, soit par des procédés purement chimiques.

Je me suis demandé s'il ne serait pas possible d'utiliser, pour cette réduction, l'hydrogène dégagé dans un phénomène électrolytique [1].

Si l'on soumet à l'électrolyse une dissolution aqueuse de carbonate de soude, par une action secondaire bien connue, il se forme à la cathode 2^{mol} de soude caustique pendant qu'il se dégage, 2^{at} d'hydrogène. De l'indigo

---

(1) A notre connaissance, une seule tentative sérieuse a été faite dans cette voie par la maison Meister Lucius et Brüning et Cie de Hoescht (brevet allemand 1902). Mais dans ce procédé on obtient la réduction de l'indigo en suspension dans le bain par une action secondaire (production électrolytique préalable d'hydrosulfite de sodium).

bleu en poudre fine mis en suspension dans le compartiment cathodique n'est pas réduit par l'hydrogène qui s'y dégage. Cela pouvait tenir à ce que l'hydrogène ne rencontrait les grains d'indigo que lorsque ses ions s'étaient déjà soudés à l'état de molécules et qu'il était ainsi dépourvu des affinités spéciales qui caractérisent l'état naissant.

J'ai pensé alors qu'on obtiendrait un résultat en forçant l'hydrogène à se dégager sur l'indigo même. Et j'ai employé le dispositif suivant :

II. De l'indigo en poudre très fine est intimement mélangé à une poudre conductrice quelconque en grains un peu plus grossiers, du graphite en poudre, par exemple. Le mélange étant fait, chaque grain de graphite est plus ou moins enrobé d'indigo. Ce mélange est tassé, autour d'une âme conductrice en charbon, dans un sac de toile. Le tout constitue une électrode qu'on relie au pôle négatif d'une source et qu'on plonge dans la dissolution aqueuse de carbonate de soude. L'anode est dans un autre compartiment du voltamètre et peut être quelconque.

Dans ces conditions, la réduction se produit et l'on peut obtenir facilement dans le compartiment cathodique une solution très concentrée d'indigo blanc avec un rendement de 30 à 40 pour 100 rapporté à la quantité d'électricité.

III. Remarquons que pendant qu'il se dégage 2^{at} d'hydrogène à la cathode, c'est-à dire la quantité d'hydrogène nécessaire à la réduction de 1^{mol} d'indigo, il s'y forme 2^{mol} de soude caustique, c'est-à-dire la quantité nécessaire et suffisante d'alcali pour dissoudre l'indigo blanc formé. Si l'on avait pris, au lieu de carbonate de soude, une dissolution d'un sel alcalino-terreux, pour 2^{at} d'hydrogène nous aurions eu cette fois une seule molécule d'hydrate alcalino-terreux. C'est encore la quantité nécessaire et suffisante pour la dissolution de l'indigo blanc. La méthode est donc théoriquement parfaite.

IV. Certaines précautions doivent être prises. Si le mélange des poudres était trop intime et trop fortement tassé autour de l'âme conductrice, de façon à constituer une électrode à peu près imperméable aux liquides, on aurait une électrode sensiblement homogène, de conductibilité médiocre, et la réduction ne s'accomplirait que par sa surface extérieure apparente; le rendement serait insignifiant. Avec des poudres trop grossières ou un mélange peu intime, le rendement serait encore insignifiant pour des raisons évidentes.

V. Avec du carbonate de soude comme électrolyte, pendant qu'il se dégage 2^{at} d'hydrogène à la cathode, il se dégage à l'anode 1^{at} d'oxygène, c'est-à-dire la quantité d'oxygène juste nécessaire et suffisante pour oxyder à nouveau tout l'indigo réduit. D'où la nécessité de séparer le bac à électrolyse en deux compartiments par un diaphragme. Ce diaphragme augmente considérablement la résistance électrique du bac et accroît, par suite, la quantité d'énergie nécessaire pour réduire un poids déterminé d'indigo.

VI. J'ai remarqué que si le bain contient des sulfites, bisulfites ou même des sulfures alcalins ou alcalino-terreux, employés soit seuls, soit à l'état de mélange, l'oxygène naissant qui se dégage à l'anode est absorbé par ces sels plus facilement que par l'indigo blanc, bien que ces sels ne réduisent pas directement l'indigo. Le rendement baisse pourtant en quantité, ce qui semble indiquer qu'il se forme dans la dissolution mixte un état d'équilibre. Mais, grâce à l'emploi de ces sels dans l'électrolyte, on peut supprimer le diaphragme et obtenir une production plus considérable pour la même dépense d'énergie électrique, malgré le rendement plus faible en quantité.

VII. La méthode que je viens de décrire et que j'ai employée à la réduction de l'indigo relève d'une idée générale exposée ci-dessus (§ II). Cette méthode paraît devoir être féconde et se prêter particulièrement à la réduction des substances insolubles difficiles à réduire.

THERMOCHIMIE. — *Données thermochimiques relatives aux composés chlorés dérivés de la base de Millon.* Note de M. **H. Gaudechon**, présentée par M. A. Ditte.

Ces données se rapportent aux hydrates du chlorure de dimercuriammonium et aux composés $AzHg^2Cl.AzH^4Cl$ et $AzHg^2Cl.3AzH^4Cl$.

Weyl et Rammelsberg ont dit avoir isolé le corps anhydre $AzHg^2Cl$; il ne m'a pas été possible de l'obtenir pur. J'ai constaté que ses hydrates se décomposent vers 140°, par un chauffage prolongé dans un courant d'air ou de gaz ammoniac secs, avec production de mercure libre, sans qu'il soit possible d'en éliminer l'eau. L'action d'un courant de gaz ammoniac sec sur le composé $3HgO.HgCl^2$ ne m'a pas donné de meilleurs résultats.

Hydrates du $AzHg^2Cl$: 1° $(AzHg^2Cl)^2H^2O$. — J'ai obtenu ce corps de couleur jaune :

a. Dans l'action de HCl demi-normal sur l'hydrate $(AzHg^2)^2O.4H^2O$;

b. Par déshydratation de l'hydrate $(AzHg^2Cl)^2.2H^2O$, soit par l'ammoniaque liquéfiée.

c. En traitant les composés $AzHg^2ClAzH^4Cl$ ou $AzHg^2Cl.3AzH^4Cl$ par l'eau à l'ébullition sans prolonger l'action.

André [1] a obtenu un corps de même composition par l'action de la potasse sur une solution de HgO dans AzH^4Cl.

(1) *Comptes rendus*, 1889, p. 108.

2° $(AzHg^2Cl)^2.2H^2O$. — Ce corps, décrit par de nombreux auteurs, a été préparé en précipitant une solution de $HgCl^2$ par AzH^3 dissous et lavant à l'eau ou en traitant le composé $3HgO\,HgCl^2$ par l'ammoniaque. Ces corps sont amorphes.

Analyse.

	$(AzHg^2Cl)^2H^2O$.		$(AzHg^2Cl)^2.2H^2O$.	
	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.
Hg	87,2	86,8	85,56	85,5
Az	3,05	3,1	3,00	3,1
Cl	7,74	7,8	7,59	7,6

Je dois signaler quelques particularités de ces deux composés :

Le traitement de la base par HCl dilué ne donne pas le $AzHg^2Cl$ hydraté au maximum.

Les deux hydrates se décomposent vers 140° en donnant du Hg libre; il est impossible d'en éliminer l'eau dans un courant d'air sec à 100°-110°.

Le monohydrate, au contact de l'eau vers 15°, ne se transforme que très lentement en dihydrate; ce dernier, porté à 100°, perd $1H^2O$ et donne le $(AzHg^2Cl)^2H^2O$.

Je me borne, pour l'instant, à signaler ces faits.

Chaleur de neutralisation. — Les déterminations qui suivent se rapportent à la température de 10° C. et à une concentration correspondant à $Hg^4 = 48^l$ pour l'état final.

La chaleur de neutralisation a été déterminée :

1° Directement à partir de la base hydratée et de $HCl\left(\frac{N}{2}\right)$:

$$(AzHg^2)^2O.4H^2O\text{ sol.} + 2HCl\text{ diss.} = (AzHg^2Cl)^2H^2O + 4H^2O\text{ liqu.} : +41^{Cal},2.$$

On en déduit, pour $(AzHg^2)^2O$ sol. + 2 HCl diss. : $+52^{Cal},4$.

Un excès d'acide ne produit pas d'effet thermique sensible.

2° En dissolvant $(AzHg^2Cl)^2H^2O$ dans un excès de KCAz dissous comme dans l'étude de la base (¹) suivant l'équation

$$(AzHg^2Cl)^2H^2O + 8KCAz + 5H^2O = 4HgCy^2 + 6KOH + 2KCl + 2AzH^3$$

j'ai trouvé

$$(AzHg^2Cl)^2H^2O\text{ sol.} + 24KCAz = +125^{Cal},5;$$

on en déduit pour $(AzHg^2)^2O$ sol. + 2 HCl diss. = $(AzHg^2Cl)^2H^2O$ sol. : $+52^{Cal},9$, et $+41^{Cal},9$ à partir de la base à $4H^2O$ et 2 HCl dissous.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907.

Cette valeur, de $41^{Cal},9$, concorde assez bien avec la valeur $41^{Cal},2$ déterminée directement; la petite différence s'explique par le fait que dans l'action de HCl dissous sur $(AzHg^2)^2O.4H^2O$ *solide* pour obtenir $(AzHg^2Cl)^2H^2O$ *solide*, on n'est pas absolument sûr de l'état final; j'adopterai la valeur $41^{Cal},9$.

Il est à remarquer que la chaleur de neutralisation avec formation de $AzHg^2Cl$ conduirait à une valeur plus faible $41^{Cal},9 - a$, a étant la chaleur de fixation de H^2O sur $(AzHg^2Cl)^2$.

Des nombres précédents on déduit pour la chaleur de formation par les éléments

$$Az^2 \text{ gaz} + Hg^4 \text{ liqu.} + Cl^2 \text{ gaz} + H^2 \text{ gaz} + O \text{ gaz} = (AzHg^2Cl)^2H^2O \text{ sol.} : + 0^{Cal},0;$$

on conçoit donc que ce corps soit relativement instable.

La dissolution du deuxième hydrate $(AzHg^2Cl)^2.2H^2O$ dans $24\,KCAz$ dissous dégage $122^{Cal},8$; on en déduit pour

$$(AzHg^2Cl)^2H^2O \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} = (AzHg^2Cl)^2.2H^2O \text{ sol.} : + 1^{Cal},3\ (2^{Cal},7\ H^2O \text{ liq.})$$

Cette chaleur est comparable à celle observée dans l'hydratation de la base (*loc. cit.*).

Étant donné que cette deuxième molécule d'eau ne s'élimine pas plus que la première en chauffant les deux corps dans l'air sec, on peut, par analogie avec les hydrates de la base $(AzHg^2)^2O$, admettre pour

$$(AzHg^2Cl)^2 \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} = (AzHg^2Cl)^2H^2O \text{ sol.} : + 2^{Cal},0\ (+ 3^{Cal},4 \text{ eau liq.});$$

on en déduit sous réserves de l'hypothèse faite :

$$(AzHg^2)^2O \text{ sol.} + 2\,HCl \text{ diss.} = (AzHg^2Cl)^2 \text{sol.} + H^2O \text{ sol.} : + 50^{Cal},9.$$

Les résultats qui précèdent montrent que la base de Millon est beaucoup plus forte que le HgO et AzH^3 dont elle dérive. Elle est comparable aux bases les plus fortes :

$2\,KOH$ sol. + $2\,HCl$ diss. = $2\,KCl$ sol. + $2\,H^2O$ liq. : + 61,7;	
tous corps dissous..	$27^{Cal},4$
BaO sol. + $2\,HCl$ diss. = $BaCl^2$ sol. + $2\,H^2O$ liq. : + 53,7;	
tous corps dissous..	$27^{Cal},7$
Ag^2O sol. + $2\,HCl$ diss. = $2\,AgCl$ sol........................	$+ 41^{Cal},2$

On s'explique comment cette base déplace K, Na, Ba de leurs chlorures dissous.

J'ai constaté qu'elle déplace également l'argent de son chlorure; dans ce dernier cas, la prépondérance thermique est attribuable à l'hydratation du $AzHg^2Cl$.

L'excès thermique est, en effet, pour

$$(AzHg^2Cl)^2H^2O \quad \text{sur} \quad 2AgCl \quad \text{de} \quad 0^{Cal},7$$

et pour

$$(AzHg^2Cl)^2.2H^2O \quad \text{sur} \quad 2AgCl \quad \text{de} \quad 3^{Cal},4.$$

Action de HCl *concentré sur la base.* — On pouvait tenter cette action pour obtenir le $AzHg^2Cl$ anhydre ; mais la base se dissout alors instantanément avec un grand dégagement de chaleur et, par refroidissement, la solution abandonne des cristaux blancs, mélanges de composés de $HgCl^2$ et de AzH^4Cl ; la base est décomposée.

On constate, en effet, que

$$(AzHg^2)^2O.4H^2O \text{ sol.} + 10HCl \text{ gaz.} = 4HgCl^2 \text{ diss.} + 2AzH^4Cl \text{ diss.} + 5Hg \text{ liqu.}$$

dégage $+264^{Cal},4$; à partir de HCl dilué la réaction dégage encore $86^{Cal},4$. Si cette réaction n'a pas lieu à froid, c'est par suite de frottements qu'une simple élévation de température suffit à détruire.

$AzHg^2Cl.AzH^4Cl$ *amorphe.* — On a trouvé pour $(AzHg^2Cl.AzH^4Cl)^2$ dissous dans $24KCAz$: $+109^{Cal},0$; on en déduit pour

$$(AzHg^2Cl)^2H^2O \text{ sol.} + 2AzH^4Cl \text{ sol.} = (AzHg^2Cl)^2.2AzH^4Cl \text{ sol.} : +13^{Cal},6,$$

soit $15^{Cal},6$ à partir de $AzHg^2Cl$ sol. suivant l'hypothèse faite.

On s'explique que AzH^4Cl déplace l'eau du $AzHg^2Cl$. Cette quantité de chaleur $13^{Cal},6$ est notablement supérieure à celle qu'on observe habituellement dans la formation des sels doubles solides à partir des composants solides : ainsi

$$CuCl^2 \text{ sol.} + 2AzH^4Cl \text{ sol.} = CuCl^2.2AzH^4Cl \text{ sol.} : -0^{Cal},7.$$

Cette valeur $13^{Cal},6$ n'est comparable qu'aux sels d'acides complexes tels que $PtCl^4 + 2NaCl$. $PtBr^4 + 2KBr$ ou $HgCy^2 + 2KCy$.

Ceci montre que la capacité de saturation du composé $AzHg^2Cl$ est loin d'être épuisée, du moins vis-à-vis de certains groupements tels que AzH^4Cl, et l'on peut se demander si cette énergie correspond à l'addition pure et simple de deux sels, ou à une union plus intime des constituants au sein du radical $AzHg^2$.

$AzHg^2Cl.3AzH^4Cl$ *amorphe.* — Le corps dissous dans $24KCAz$ dégage $+97^{Cal},6$; on en déduit pour

$$(AzHg^2Cl)^2H^2O \text{ sol.} + 6AzH^4Cl \text{ sol.} = (AzHg^2Cl)^2.6AzH^4Cl \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} : +16^{Cal},4$$

ou $18^{Cal},4$ à partir de $(AzHg^2Cl)^2$ anhydre (hypothèse) et pour

$$AzHg^2ClAzH^4Cl \text{ sol.} + 2AzH^4Cl \text{ sol.} = AzHg^2Cl.3AzH^4Cl \text{ sol.} : +1^{Cal},4.$$

Cette valeur $1^{Cal},4$ est comparable à celle qu'on observe dans la formation des sels doubles solides; la diminution de la quantité de chaleur dégagée dans la fixation des deux derniers AzH^4Cl est conforme à la loi générale. Il est à remarquer que cette diminution est plus accentuée que celle qu'on observe habituellement, ce qui indique que la première molécule de

AzH^4Cl est fixée beaucoup plus intimement au groupement $AzHg^2Cl$ que les deux suivantes. Quoi qu'il en soit, les deux composés $AzHg^2Cl.AzH^4Cl$ et $AzHg^2Cl.3AzH^4Cl$ se comportent, quant à leur mode de décomposition par l'eau, à la façon de véritables sels doubles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveau mode d'hydratation du pinène.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **V. Grignard**, présentée par M. A. Haller.

Les méthodes actuellement connues, à l'aide desquelles on réalise l'hydratation du pinène, présentent l'inconvénient de modifier profondément le carbure qui a échappé à l'hydratation et de le transformer en terpadiène tétratomique; dans certains cas, cette altération va jusqu'à la production de polymères à point d'ébullition élevé.

Avec la nouvelle méthode que nous décrirons dans ce Mémoire, la réaction hydratante s'effectue à basse température et dans des conditions particulièrement ménagées, de sorte que le carbure qui n'a pas réagi se retrouve inaltéré. Le mode opératoire est très simple :

On dissout 1^{kg} de pinène gauche français récemment purifié dans 1^{kg} d'acide acétique cristallisable et à ce mélange on ajoute 100^g d'une solution aqueuse d'acide benzène-monosulfonique à 50 pour 100. L'addition de l'acide sulfonique détermine dans le mélange la formation de deux couches de volumes à peu près égaux; on agite, la couche inférieure diminue en même temps que la température s'élève; après 45 minutes d'agitation, le mélange est homogène et le thermomètre indique une température de 65° environ.

On laisse reposer pendant 12 heures, on traite par l'eau pour séparer l'acide acétique.

La partie insoluble dans l'eau est lavée, desséchée, et soumise à une rectification sous pression réduite.

On recueille, jusqu'à 85° sous 15^{mm}, 400^g environ d'un liquide qui, redistillé à la colonne de Hempel, sous la pression atmosphérique, se scinde en deux parties :

1° Une partie bouillant à 156°-158° qui est du pinène (350^g environ);

2° Une partie passant de 175° à 178°, constituée par un terpadiène dont nous n'avons pas fait l'étude. La fraction très importante qui reste au-dessus de 85° sous 15^{mm}, saponifiée par la potasse alcoolique, en vase clos, à 110°-115°, donne environ 450^g d'un liquide huileux que deux rectifications dans le vide séparent en trois parties :

1° De 85° à 100°, sous 13^{mm}, 80^g d'un corps liquide de nature alcoolique qui est un mélange de bornéol et d'alcool fenchylique;

2° De 100° à 105°, sous 13^{mm}, 340^g de terpinéol pur, car il donne par refroidissement de gros cristaux fusibles à 35° (¹);

(¹) Il a d'ailleurs été identifié avec celui que fournit l'oxydation du dérivé magnésien du monochlorhydrate de limonène.

3° Enfin il reste, au-dessus de 110°, 40g d'une matière visqueuse qui se décompose à la distillation en donnant de l'eau et un carbure polymérique bouillant à haute température, que nous n'avons pas examiné.

Comme on le voit, le produit principal de cette hydratation est le terpinéol, fusible à 35°, dont la constitution est connue; il se forme avec un rendement de 52,3 pour 100 du pinène qui est entré en réaction. Inutile de faire remarquer que ce sont les éthers acétiques qui prennent naissance et non pas les alcools eux-mêmes.

Si l'on admet pour le pinène la formule de constitution bicyclique ci-dessous :

CH^3
C
CH   CH
$C\langle^{CH^3}_{CH^3}$
CH^2 CH^2
CH

la réaction d'hydratation se représente avec la plus grande simplicité; la chaîne interne s'ouvre par suite de la fixation des éléments de l'eau et l'on a :

CH^3
C
CH^2 CH
CH^2 CH^2
CH
$CH^3 — C(OH) — CH^3$

qui est, en effet, la formule du terpinéol fusible à 35°.

La solution d'acide benzène-monosulfonique à 50 pour 100, agitée avec le pinène pur, sans faire intervenir l'acide acétique, réagit également sur ce carbure avec déga-

gement de chaleur. Une certaine quantité du pinène se dissout dans l'acide, la masse se colore et devient visqueuse. Si après 1 heure de contact avec agitation on étend de son volume d'eau, il se sépare une huile épaisse que l'on décante. Cette huile est formée d'une petite quantité de terpinéol et d'une forte proportion de polymères bouillant à haute température avec décomposition. La partie aqueuse filtrée sur un filtre mouillé, pour séparer quelques gouttes d'huile, puis abandonnée à elle-même dans un endroit frais, laisse déposer du jour au lendemain une belle cristallisation d'hydrate de terpine que nous avons caractérisé par son point de fusion et sa transformation en terpinéol. Les relations de la terpine avec le terpinéol sont trop connues pour qu'il soit nécessaire d'insister sur son mode de formation, dans les conditions que nous venons de définir.

En appliquant cette méthode à une assez forte quantité de pinène purifié, nous avons pu séparer de ce carbure une partie plus volatile qui n'avait pu être isolée avant l'expérience d'hydratation. La réaction hydratante, qui paraît s'exercer de préférence sur le pinène, augmente dans le mélange la proportion relative du corps plus volatil et permet sa séparation par voie de distillation fractionnée.

Nous poursuivons l'étude de ce nouveau carbure ainsi que celle des produits d'hydratation obtenus par l'application de cette méthode à un certain nombre de composés non saturés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cétone dérivée du β-hexahydrocarvacrol.* Note de M. Léon Brunel, présentée par M. A. Haller.

J'ai décrit antérieurement [1] la préparation et les propriétés d'un hexahydrocarvacrol ou β-carvacromenthol $C^{10}H^{19}-OH$, qui se forme, à côté d'une très petite quantité d'un stéréo-isomère, l'α-carvacromenthol, lorsqu'on applique au carvacrol la méthode d'hydrogénation catalytique au nickel de MM. Sabatier et Senderens. L'étude de quelques dérivés du β-carvacromenthol fait l'objet de la présente Communication.

En oxydant par l'acide chromique le β-carvacromenthol, en solution dans l'acide acétique, on le transforme en cétone correspondante, la carvacromenthone $C^{10}H^{18}O$. On isole cette dernière en additionnant la liqueur acétique d'un grand excès de solution saturée de sulfate de sodium; la cétone se sépare; on l'extrait en agitant le mélange, à plusieurs reprises,

[1] *Comptes rendus,* t. CXLI, p. 1245.

avec de l'éther. Les liqueurs éthérées, après avoir été réunies, sont lavées avec une solution concentrée de carbonate de potassium. La carvacromenthone est séparée par distillation fractionnée, en recueillant ce qui passe entre 220° et 222°.

La carvacromenthone est un liquide très mobile, incolore, à odeur de cumin, de densité 0,908 à 0°, ne cristallisant pas à — 10°; il bout à 221°-221°,5 sous la pression normale. Agité avec une solution concentrée de bisulfite de sodium, il donne une combinaison cristalline $C^{10}H^{18}(OH)SO^3Na$, qui, lorsqu'on cherche à la purifier par cristallisation dans l'eau, se dissocie en reproduisant la carvacromenthone. Hydrogénée par le sodium et l'alcool absolu, la carvacromenthone régénère le β-carvacromenthol.

L'oxime de la carvacromenthone a été préparée par l'action du chlorhydrate d'hydroxylamine et de l'acétate de sodium sur la cétone hydroaromatique. Cette oxime, $C^{10}H^{18} = N.OH$, cristallise de l'alcool méthylique en fines aiguilles, incolores, se feutrant facilement. Elle fond à 104°,8.

Lorsqu'on hydrogène la carvacromenthonoxime par le sodium et l'alcool absolu, on obtient la menthylamine correspondante $C^{10}H^{19} — NH^2$. Purifiée par la distillation dans une atmosphère d'hydrogène, la carvacromenthylamine se présente comme un liquide incolore, à odeur forte et désagréable, bouillant à 210°,5-211° sous la pression normale. Elle est très soluble, dans l'alcool et dans l'éther. Exposée à l'air, elle se carbonate rapidement. Avec l'acide chlorhydrique, elle forme un chlorhydrate $C^{10}H^{19} — NH^2,HCl$, incolore, inodore, en aiguilles fusibles à 219°-220°. Ce sel est très soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans le mélange à parties égales d'alcool et d'éther.

La carvacromenthone, traitée par le chlorhydrate de semicarbazide en présence d'acétate de sodium, forme un composé $NH^2 — CO — NH — N = C^{10}N^{18}$, fusible entre 161° et 164°. C'est un mélange de deux semicarbazones isomères; par des cristallisations successives dans l'alcool méthylique, on sépare une première semicarbazone fusible à 173°; le résidu, cristallisé à plusieurs reprises dans l'éther de pétrole bouillant, donne une deuxième semicarbazone fusible à 135°-136°. Le premier corps domine en quantité dans le mélange.

Le β-carvacromenthol, la carvacromenthone et les corps qui viennent d'être décrits n'exercent aucune action sur la lumière polarisée.

Les composés que j'ai étudiés sont des dérivés du méthyl-1-isopropyl-4-cyclohexanol-2.

M. Baeyer [1] et M. Wallach [2] ont décrit il y a quelques années des alcools et des cétones auxquels ils attribuent une constitution identique; ce sont les tétrahydrocarvéols et les tétrahydrocarvones, qui ont été produits à partir des carvones. J'ai comparé les résultats obtenus dans les deux cas. De cet examen il résulte que la carvacromenthone décrite ci-dessus est iden-

(1) *Deut. chem. Ges.*, t. XXVI, p. 822.
(2) *Ann. Chem.*, t. CCLXXVII, p. 130-133.

tique avec la tétrahydrocarvone inactive de MM. Baeyer et Wallach. Par conséquent le β-carvacromenthol formé par hydrogénation de la carvacromenthone est identique au tétrahydrocarvéol formé en hydrogénant la tétrahydrocarvone. L'identité apparaît nettement, si l'on compare, dans le Tableau qui suit, les propriétés décrites pour les deux séries de corps :

	Dérivés	
	de la carvacromenthone.	de la tétrahydrocarvone.
Oxime	Fus. 104°,8	Fus. 105°
Menthylamine	Ébul. 210°,5-211°	Ébul. 210°-212°
Chlorhydrate de menthylamine	Fus. 219°-220°	Fus. 221°
Première semicarbazone	Fus. 135°-136°	Fus. 135°-140°
Deuxième semicarbazone	Fus. 173°	Fus. 174°

MINÉRALOGIE. — *Sur deux modes d'individualisation de l'albite dans le massif de microgranite de Genis (Corrèze).* Note de M. **Jacques de Lapparent**, présentée par M. Wallerant.

L'aspect actuel des roches provenant du massif désigné comme porphyroïde sur la Carte géologique de France, situé au nord-est et à l'est d'Excideuil (Dordogne), à l'est et au sud-est de Genis (Corrèze), est dû à des actions mécaniques qui se sont fait sentir sur un grand dyke de microgranite injecté dans des schistes sériciteux.

Toutes ces roches possédaient d'ailleurs, primitivement, une texture porphyrique, la structure de la pâte étant, suivant les points, grenue, sphérolitique ou micropegmatitique sans relations avec les conditions de gisement.

A l'œil nu, on peut identifier des phénocristaux de quartz et d'orthose; l'examen microscopique décèle, en outre, du microcline, de l'anorthose et de l'albite. Ce dernier minéral est réparti dans le massif d'une façon particulière.

Au centre du massif, on ne le trouve jamais en cristaux isolés : il est toujours associé au feldspath potassique, non point de la façon caractéristique des microperthites, mais l'imprégnant et parfois l'absorbant tout entier.

L'orthose ou le microcline conserve ses formes; sa substance seulement n'est plus la même : il est pseudomorphosé.

L'albite (*albite de substitution*) résultant de cette *albitisation* est mâclée : ses mâcles sont courtes et nombreuses, interrompues brusquement par la

terminaison en biseau d'un individu dans l'autre. Les plans de mâcles g^1 sont communs à l'orthose transformée et à l'albite.

Au contraire, sur les bords du massif, à proximité du contact du microgranite et des schistes sériciteux, il y a des phénocristaux d'albite libre. Les cristaux sont bien formés, mâclés sans interruption suivant toute leur longueur. Les feldspaths potassiques sont peu ou pas transformés.

Les échantillons de ces roches, choisis dans celles dont la perte au feu ne dépasse pas 1 pour 100, ont une composition chimique à peu près identique. La proportion de SiO^2 varie de 75,4 à 77 pour 100.

J'ai fait avec autant de précision que les résultats attendus le nécessitent un certain nombre de dosages des alcalis :

Type central (*à albitisation forte, mais incomplète*)....	$K^2O = 5,8$	$Na^2O = 2,5$
Type central (*à albitisation complète*)................	$K^2O = 5,5$	$Na^2O = 3,1$
Type de bordure (*à albite libre*).....................	$K^2O = 5,4$	$Na^2O = 2,5$

De l'examen de ces chiffres on peut conclure que le mode d'individualisation de l'albite ne dépend pas de la teneur en soude. On peut admettre, étant donnée l'identité des pourcentages en soude de certains échantillons du centre et de ceux de la bordure, que toute la soude qui, au centre, est entrée dans la constitution de l'*albite de substitution*, est celle qui fût entrée dans la constitution de l'*albite libre* si les conditions avaient été favorables à sa formation.

Nous nous trouvons en présence d'un phénomène qui paraît être une vérification des idées de Bakhuis Roozeboom sur la cristallisation des magmas :

L'évolution du magma, le feldspath potassique une fois individualisé, est telle que ce dernier ne s'y trouve plus à un état d'équilibre stable. Il y a aux dépens de l'édifice existant formation d'un composé stable (*albite de substitution*) là où le refroidissement est assez lent pour que la transformation puisse s'effectuer. Sur les bords, le magma est porté brusquement à une température où l'albitisation devient impossible; la soude inutilisée sert à la production d'*albite libre*.

Bien que le magma soit peu alcalin, sa pauvreté en chaux et sa composition minéralogique le rapprochent des roches que les pétrographes allemands ont appelées *kératophyres quartzifères*.

BOTANIQUE. — *Sur une méthode générale de recherches microchimiques et son application à l'étude de la répartition des saponines chez les végétaux.* Note de M. R. Combes, présentée par M. Gaston Bonnier.

Depuis les travaux d'Errera et de ses élèves, l'étude de la localisation des principes élaborés par les végétaux a fait l'objet de recherches nombreuses; les méthodes utilisées par les différents auteurs ont permis de déterminer la répartition d'un grand nombre de substances dans les plantes qui les renferment, cependant elles sont restées inutilisables dans bien des cas et particulièrement dans l'étude microchimique de divers groupes de glucosides; celui des saponines compte parmi ces derniers.

Quelques auteurs ont tenté d'établir la localisation de plusieurs de ces composés et ont proposé, dans ce but, différentes méthodes; les résultats obtenus furent très peu précis et, dans son *Étude sur les plantes à saponine,* Mme Ducher (1), en 1906, concluait en disant que « les réactifs spéciaux de localisation de la saponine sont encore à trouver. Les réactifs préconisés jusqu'ici donnent des résultats trop incertains pour être concluants. Dans la généralité des cas, on n'obtient que des réactions de coloration variant d'ailleurs avec chaque type et non une localisation ».

A la même époque, j'indiquai un procédé permettant de localiser dans une même plante, d'une part, les saponines neutres et, d'autre part, les saponines acides. Cette méthode présentait cependant encore l'un des inconvénients communs à tous les procédés utilisés antérieurement : elle permettait de *caractériser* la présence d'une saponine dans une *région* déterminée, mais non de *localiser* ce glucoside dans les *cellules* qui le renferment; les colorations obtenues diffusaient rapidement autour des éléments réagissant et ne permettaient pas une localisation vraie.

La méthode que je résume dans cette Note m'a permis de localiser très nettement les saponines dans différents végétaux. Le principe en est le suivant : déterminer, dans les cellules, la précipitation du composé à étudier, au moyen d'un réactif qui lui soit propre, ou à l'état de combinaison jouissant de propriétés physiques permettant de l'isoler des autres composés pouvant avoir donné un précipité en même temps qu'elle; après des lavages

(1) Mme Ducher, *Étude botanique des plantes à saponine* (Mémoire manuscrit déposé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, 1906).

répétés, destinés à éliminer rigoureusement tout l'excès de réactif, localiser ce dernier, dans les cellules où il s'est combiné au corps qu'on étudie, en utilisant une réaction déterminant sa précipitation à l'état de combinaison colorée.

La technique suivie pour les saponines est basée sur la méthode de préparation de ces corps qui fut indiquée par Rochleder et qui fournit des glucosides très purs.

Les coupes végétales sont placées et maintenues pendant 24 heures dans l'eau de baryte saturée; dans ces conditions la saponine est précipitée, dans les cellules, à l'état de combinaison barytique gélatineuse et à peu près incolore. Les coupes sont ensuite lavées plusieurs fois à l'eau de baryte d'abord, puis à l'eau de chaux dans laquelle la combinaison est insoluble et qui élimine l'excès de baryte; les préparations sont ensuite traitées par une solution de bichromate de potassium à 10 pour 100; la combinaison barytique de saponine est ainsi décomposée et le baryum est précipité dans les cellules à l'état de chromate insoluble. Les coupes peuvent être montées dans le baume de Canada et présentent un précipité jaune dans toutes les cellules qui renfermaient de la saponine.

Les cellules à tannin diffèrent des cellules à saponine par un précipité rouge brunâtre qu'on ne peut confondre avec celui des éléments à saponine qui est d'un jaune citron. Une expérience de contrôle peut d'ailleurs être effectuée, car la combinaison barytique de saponine est soluble dans l'eau; les coupes traitées par l'eau de baryte, puis lavées à l'eau à 40° environ, sont ainsi débarrassées du composé barytique qui nous intéresse, et les cellules qui le contenaient ne donnent plus de réaction au contact de la solution de bichromate de potassium.

Cette méthode m'a permis de localiser la saponine et d'en suivre l'évolution dans plusieurs végétaux : *Gypsophila paniculata, Saponaria officinalis, Arum maculatum, Æsculus Hippocastanum, Anagallis arvensis* et *Digitalis purpurea*.

Or, on peut remarquer que les nombreux travaux de localisation accumulés depuis 20 ans n'ont donné que des renseignements très incomplets sur le rôle physiologique des principes élaborés par les plantes; les résultats obtenus furent peu concluants à ce sujet et les principales causes doivent en être cherchées dans la rareté des documents concernant les variations quantitatives des divers composés aux différents stades du développement des végétaux et à la manière dont ont été conduites la plupart des recherches microchimiques.

Le plus grand nombre de ces travaux n'ont eu pour objet que l'étude de la répartition des substances dans les tissus à une époque quelconque de l'année; les localisations effectuées au cours du développement de la graine

et pendant les différentes époques de l'année pour les plantes adultes ont été rarement entreprises et sont incomplètes. Les procédés microchimiques donnent certainement des renseignements précieux sur la nature des tissus dans lesquels une substance déterminée est contenue, mais ils ne permettent de saisir que de grandes différences dans les variations subies par cette dernière, et, seules, des analyses quantitatives effectuées parallèlement aux recherches de localisation peuvent renseigner utilement sur l'évolution des composés élaborés par les végétaux et permettre de tirer des conclusions sérieuses sur leur rôle physiologique dans les plantes qui les renferment.

La marche suivie dans mes recherches a été la suivante :

1° Étude de la localisation de la saponine pendant le développement de la plante, depuis la germination de la graine jusqu'à l'état adulte;

2° Étude de la localisation dans la plante adulte à des époques très rapprochées au cours d'une année entière;

3° Chaque étude microchimique a été accompagnée d'un dosage de la saponine dans l'organe étudié.

La méthode de recherches qui vient d'être exposée pour les saponines pourra être appliquée à un grand nombre de composés; je me propose de l'utiliser à l'étude microchimique de plusieurs corps pour lesquels les méthodes habituellement employées n'ont donné que de médiocres résultats.

AGRONOMIE. — *Sur le Thé des Colonies françaises.* Note de M. **J. Dybowski**, présentée par M. Müntz.

Au moment où la consommation du thé augmente rapidement en France et où, d'autre part, la possibilité de produire cette denrée dans les Colonies françaises est démontrée, il n'est pas sans intérêt de voir quelle est la qualité du produit obtenu dans nos possessions d'outre-mer.

Déjà notre colonie d'Indo-Chine est résolument entrée dans la voie de la production. Ses cultures fournissent non seulement à la consommation locale, mais exportent des quantités de plus en plus grandes, qui ont passé de 168000^{kg} en 1903 à 327000^{kg} en 1904. Depuis cette époque les plantations ont continué à s'étendre et la quantité de thé produite progresse rapidement.

La consommation française, pour les années correspondantes, a été de 1020500^{kg} en 1903, de 1109600^{kg} en 1904.

Cependant la production de l'Indo-Chine n'apparaît pas dans le commerce de détail. Il ne se vend presque pas de produit sous le nom de *the d'Indo-Chine*. Cela provient de ce que le commerce, trouvant dans cette denrée des qualités exceptionnelles, s'en sert comme produit de mélange pour améliorer des marques couramment admises dans la consommation.

Il importe, dans l'intérêt des Colonies productrices, de montrer quelles sont les qualités du produit obtenu sur leur territoire, afin d'en favoriser la consommation directe.

Les qualités du thé résident dans l'arome du breuvage obtenu, dans ses propriétés excitantes et dans la minime proportion de principes astringents.

L'arome du thé est en grande partie fourni artificiellement par l'adjonction, au moment de la préparation, de fleurs aromatiques. Pendant longtemps, les secrets de cette aromatisation furent ignorés, car on a soin de retirer les fleurs mises en contact avec les feuilles de thé, dès que celui-ci est suffisamment parfumé. On sait aujourd'hui qu'on emploie surtout les fleurs d'aurantiacées, d'oléa fragrans, parfois de magnolia ou d'anonacées. Leur parfum, combiné au parfum naturel du thé, donne l'arome désiré.

La propriété excitante du thé réside dans la caféine. Celle-ci doit donc exister en quantité suffisante pour donner au breuvage les qualités qu'on recherche.

Si certains thés sont parfois mal supportés par les estomacs délicats, la cause semble en résider dans la forte proportion de tanin.

Un thé de bonne qualité doit être agréablement parfumé, suffisamment riche en caféine et pauvre en tanin.

Si, prenant ces données pour base, nous étudions comparativement les thés d'Indo-Chine et ceux de Ceylan, nous trouvons, d'après les analyses faites au Jardin colonial par M. Ammann, les chiffres suivants pour 100 :

	Thés d'Indo-Chine :			Thés de Ceylan :		
	Pékoé tonkinois.	Pékoé extra.	Pékoé supérieur.	Pékoé.	Pékoé n° 2.	Pékoé Souchong.
Caféine	2,82	2,34	2,40	2,24	2,04	2,30
Tanin	0,209	0,255	0,255	0,558	0,488	0,488
Matières sèches.	89,28	88,60	88,55	90,28	89,50	89,73

On voit que, généralement, les thés indo-chinois ont une teneur en caféine légèrement supérieure à celle des thés de Ceylan. Mais le fait qui milite le plus en faveur des premiers est leur faible teneur en tanin qui est, dans toutes les variétés analysées, moitié moindre que dans les thés de Ceylan.

A Madagascar, des essais de culture de thé ont été entrepris dans les stations du Service de l'Agriculture et ont donné des résultats qui font entrevoir la possibilité d'utiliser par cette culture les terrains des territoires élevés.

Les analyses des échantillons produits à la station de l'Ivoloïna, près de Tamatave, ont donné pour 100 :

	Thé de l'Ivoloïna.	Thé de graines : de l'Ile Maurice.	Thé de graines : des Indes anglaises.
Caféine..........	2,18	2,76	3,12
Tanin............	0,279	0,326	0,312
Matières sèches...	87,45	88,40	88,33

Ces indications montrent que la France, qui favorise l'importation des produits de ses Colonies, en leur accordant la détaxe de la moitié des droits de douane, a, dans ses possessions d'outre-mer, des territoires qui pourront, dans un avenir prochain, assurer sa consommation en thé. Elles montrent aussi qu'au point de vue organoleptique et hygiénique cette denrée, produite tant dans l'Indo-Chine qu'à Madagascar, ne le cède en rien aux autres sortes commerciales.

ZOOLOGIE. — *L'adaptation au milieu marin d'*Orchitophrya stellarum *Cépède, Infusoire astome parasite des testicules des Étoiles de mer.* Note de M. **Casimir Cépède**, présentée par M. Alfred Giard.

Deux méthodes sont utilisées dans l'étude *in vivo* des Protozoaires endoparasites : leur conservation dans le liquide de l'hôte, et l'immersion dans un mélange de ce liquide et d'une solution de sel marin dite *physiologique*. J'ai employé simultanément ces deux méthodes dans l'étude de la cytologie d'*Orchitophrya stellarum* Cépède que j'ai fait connaître récemment [1]. Dans le premier cas, je plaçais les organismes à observer entre lame et lamelle, avec le contenu semi-fluide du testicule de l'Étoile de mer parasitée. Ainsi traité, *Orchitophrya stellarum* conserve pendant un temps assez long (jusqu'à 30 minutes) une morphologie et une cytologie normales.

(1) Casimir Cépède, *La castration parasitaire des Étoiles de mer mâles par un nouvel Infusoire astome* (*Orchitophrya stellarum* n. g., n. sp.) (*Comptes rendus*, 16 décembre 1907).

- Dans le deuxième cas, les Infusoires sont placés dans un mélange formé d'une petite quantité du contenu testiculaire additionné d'une assez grande proportion de *liquide physiologique.*

L'Infusoire subit alors des modifications pathologiques analogues, quoique lentes, à celles qu'éprouvent les Protozoaires endoparasites et les autres Infusoires astomes (en particulier, *Anoplophrya, Protophrya,* etc.) lorsqu'ils sont plongés dans l'*eau douce* ou dans tout liquide analogue de tonicité inférieure à celle de leur milieu parasitaire habituel.

L'extrême rareté du parasite qui nous occupe, l'abondance des Étoiles de mer dans une même localité et l'action tout à fait inattendue du liquide physiologique normal sur la constitution d'*Orchitophrya stellarum* m'ont conduit à étudier l'action du milieu marin sur cet intéressant Infusoire astome.

A cet effet, j'ai entrepris une série d'expériences dans le détail desquelles je ne puis entrer ici, et qui m'ont donné tout un ensemble de faits aussi intéressants qu'inopinés. Je les résumerai comme suit :

Pendant sa vie à l'intérieur du testicule de l'Étoile de mer, le parasite accumule dans son endoplasme une grande quantité de substances de réserve. Les unes sont amylacées (glycogène). Les autres sont de nature grasse (réaction osmique). Son appareil locomoteur, de nature ciliaire, montre les stries d'insertion disposées selon des rangées longitudinales ou à peine incurvées selon une hélice à très long pas. L'extrémité antérieure du corps, quoique plus étroite que la postérieure, n'en est pas moins très obtuse et son endoplasme, bourré de substances de réserve. Le rapport de la longueur à la largeur des corps, variable selon les Infusoires, reste toujours très petit. La moyenne de quelques-uns de ces rapports chez des individus pris au hasard de l'observation nous donne comme indice moyen d'allongement : $\frac{17}{7}$ (1).

La progression de l'animal s'effectue par une simple translation.

Dans l'eau de mer, le parasite ne subit pas de déformations pathologiques. *Il s'adapte au milieu marin,* comme le montrent ses mouvements très rapides, son cytoplasme tout à fait normal, l'intégrité de son appareil ciliaire et la différenciation de l'extrémité antérieure du corps en un organe tactile. L'adaptation de l'Infusoire peut être considérée comme instantanée. A peine dans l'eau de mer, le parasite imprime à son corps une torsion autour de son axe longitudinal. Ce phénomène, suivi d'un allongement très net (indice : $\frac{28}{7}$) entraîne un changement de l'orientation des stries d'insertion ciliaire, qui se disposent selon des hélices subparallèles.

Les cils continuant à battre activement d'avant en arrière, suivant leurs lignes d'insertion ciliaire, la direction de la force cinétique, antéro-postérieure dans le testicule, s'exerce selon une hélice dans le milieu marin. A la simple translation s'est substitué un mouvement de progression par mouvement gyratoire autour de l'axe longitudinal du corps. Ce nouveau mode de locomotion donne à l'Infusoire une vitesse beaucoup plus grande.

---

(1) L'indice d'allongement est le rapport de la longueur de l'Infusoire à sa largeur.

L'endoplasme devient plus clair par disparition progressive et partielle des éléments graisseux et amylacés emmagasinés par le parasite au cours de sa vie intratesticulaire.

On peut donc dire que :

1° L'adaptation d'*Orchitophrya stellarum* au milieu marin, que j'ai suivie pendant 16 jours, au cours de mes essais d'infection expérimentale directe, paraît constituer un phénomène normal de la biologie si particulière de cet intéressant Infusoire astome;

2° Les transformations résultant de cette adaptation sont surtout d'ordre cinétique; elles tendent au déplacement rapide de l'animal au sein du milieu marin;

3° La rareté du parasite, son habitat si spécial, son adaptation, unique jusqu'ici, au milieu dans lequel vit son hôte, ont une une grande importance pour la compréhension du groupe des Infusoires astomes. Ces caractères permettent, malgré les résultats négatifs de mes infections expérimentales, de supposer que la contamination des Étoiles de mer s'effectue par un processus d'infection directe.

MÉDECINE. — *Le chlorure d'éthyle dans le sang au cours de l'anesthésie.* Note de MM. **Lucien Camus** et **Maurice Nicloux**, présentée par M. Bouchard.

On sait, depuis les premières observations d'anesthésie générale par le chlorure d'éthyle, que l'inhalation de cette substance détermine un sommeil rapide et que le réveil consécutif est également fort prompt. La grande volatibilité de C^2H^5Cl, qui bout à 12°,5, c mparée à celle du chloroforme (60°,8) et de l'éther (35°,6), permet de comprendre la différence de rapidité des réactions physiologiques, mais pour analyser complètement les phénomènes, pour juger avec certitude de la valeur et du danger de C^2H^5Cl comme anesthésique, il faut connaître son mode de pénétration dans le sang, déterminer sa répartition et les conditions de son élimination. C'est sur ces points qu'ont porté nos recherches.

Technique. — La méthode qui nous a permis de suivre et de doser le chlorure d'éthyle dans le sang est basée sur la connaissance des réactions qui accompagnent sa combustion complète à l'état de gaz.

Nous nous sommes donc arrangés de façon à n'opérer que sur C^2H^5Cl gazeux; dans ce but, les extractions et les manipulations ont été faites à une température supérieure à 12°,5 et les combustions ont été exécutées en présence d'un excès d'oxygène avec l'inflammateur de N. Gréhant, qui fonctionne successivement en eudiomètre et grisoumètre.

La formule de combustion complète

$$C^2H^5Cl + O^6 = 2H^2O + HCl + 2CO^2$$

montre que tous les produits de la transformation sont solubles dans l'eau et dans la potasse et qu'ainsi le quart de la réduction représente le volume de chlorure d'éthyle existant dans le mélange. Il est inutile d'insister, pour faire comprendre que la sensibilité de la méthode se trouve être ainsi très grande.

Pour ce qui concerne l'extraction du C^2H^5Cl, la technique est la même que celle employée pour l'extraction des gaz du sang, toutefois, on évitera la présence de l'eau qui dissoudrait une partie du gaz. Des expériences de contrôle montrent que le résultat du dosage est susceptible d'une erreur relative qui ne dépasse pas 2 à 3 pour 100.

Pénétration du chlorure d'éthyle dans le sang. Dose anesthésique. — Nous avons poursuivi cette étude sur le chien que nous avons soumis à l'absorption, soit de mélanges gazeux titrés, soit de vapeurs pures de chlorure d'éthyle. Le titre du mélange, la quantité de vapeur offerte à la respiration de l'animal, de même que le rythme et l'amplitude des mouvements respiratoires ont une grande influence sur l'absorption du chlorure d'éthyle. D'une façon générale l'anesthésie s'est produite assez rapidement dans nos expériences et en même temps nous avons constaté une assez brusque apparition de C^2H^5Cl dans le sang. De nombreux dosages exécutés pendant la phase d'anesthésie croissante nous permettent d'indiquer que le sang renferme environ 25^{mg} de C^2H^5Cl pour 100^{cm^3} de sang au moment où disparaît la sensibilité. Les analyses exécutées sur le sang prélevé pendant la phase d'anesthésie décroissante nous ont donné à peu près la même valeur. Cette dose limite est parfois très éloignée de la quantité de C^2H^5Cl que l'on rencontre dans le sang pendant la phase d'anesthésie confirmée; nous avons, en effet, suivant les conditions des expériences, obtenu des chiffres très variables et dont le maximum est proche de 200^{mg} pour 100^{cm^3} de sang.

Dose mortelle. — La dose mortelle est elle aussi très variable. Tantôt les animaux meurent avec 45^{mg} pour 100^{cm^3} dans le sang et tantôt avec une dose quatre fois plus forte. Ces différences tiennent aux conditions expérimentales qui modifient considérablement le mécanisme de la mort et il arrive parfois que C^2H^5Cl ne se trouve en cause qu'indirectement. Pour que l'on puisse attacher une signification au taux de C^2H^5Cl, trouvé dans le sang au moment de la mort, il faut fixer toutes les conditions de l'expérience et nettement préciser le mécanisme de la mort. De semblables considérations ont déjà été faites à propos du chloroforme, mais il importe de faire remarquer ici que les quantités de $CHCl^3$ trouvées dans le sang au

moment de la mort sont sujettes à moins d'oscillations que les quantités de C^2H^5Cl. On peut en effet trouver temporairement dans le sang artériel des animaux anesthésiés avec le C^2H^5Cl des doses huit fois supérieures à la dose anesthésique limite. En résumé, la grande volatilité de C^2H^5Cl peut permettre sans danger son introduction passagère dans le sang à très haute dose, ce qui n'a pas lieu pour le chloroforme.

Répartition du chlorure d'éthyle dans le sang. — Les dosages pratiqués sur le sang d'animaux anesthésiés par le chloroforme et par l'éther ont montré que le plasma et les globules retiennent inégalement ces deux anesthésiques. Dans la phase d'anesthésie confirmée obtenue avec le chloroforme, les globules renferment 7 à 8 fois plus de chloroforme que le plasma; dans le cas de l'éther les globules et le plasma fixent des quantités égales. Nos expériences faites sur le chlorure d'éthyle montrent encore une autre répartition, les globules retiennent trois fois plus de C^2H^5Cl que le plasma.

Pour ce qui concerne le plasma, il n'est peut-être pas sans intérêt de faire remarquer que le coefficient de solubilité dans l'eau de ces trois anesthésiques présente des différences du même ordre.

Élimination du chlorure d'éthyle. — Le retour rapide de la sensibilité, quand cesse l'administration de C^2H^5Cl, coïncide avec une élimination rapide de l'anesthésique du sang.

Les analyses exécutées sur des prises de sang très rapprochées montrent que le taux de chlorure d'éthyle peut s'abaisser en moins d'une minute de 40^{mg} à 10^{mg} pour 100^{cm^3} de sang. L'état de la ventilation, de la circulation, et la durée de l'anesthésie ont une grande influence sur la rapidité de l'élimination. Le sang artériel au cours de l'anesthésie renferme plus de chlorure d'éthyle que le sang veineux, mais pendant l'élimination les proportions se renversent et l'on constate ici, comme dans le cas du chloroforme, que les courbes se coupent. Si l'on provoque l'asphyxie soit en fermant la trachée soit en supprimant la respiration par une forte intoxication, le sang cesse d'éliminer l'anesthésique et l'on peut voir la décharge des organes se manifester par l'élévation du taux de chlorure d'éthyle dans le sang veineux.

En résumé, les analyses faites au cours de l'anesthésie montrent que le chlorure d'éthyle pénètre avec une grande rapidité dans le sang, que son taux, dans certaines conditions, peut s'élever considérablement sans danger pour l'organisme, car l'élimination est possible en un temps extrêmement court. Pratiquement l'anesthésie par le chlorure d'éthyle, faite méthodiquement, offre une grande sécurité, car la respiration artificielle, dans les cas d'intoxication, jouit d'une efficacité exceptionnelle.

PHYSIOLOGIE. — *Tétanisation saccadée*. Note [1] de M. N. **Wedensky**, présentée par M. Dastre.

Si l'on excite le nerf moteur au moyen de l'appareil d'induction et que l'on augmente de plus en plus la fréquence des interruptions du circuit primaire, on voit enfin apparaître, au lieu du tétanos habituel, une contraction initiale (secousse au début de Guillemin, Bernstein, etc.). L'origine de celle-ci peut être d'ordre purement physique; elle peut avoir sa raison d'être dans l'intensité plus faible des courants provoqués par des interruptions extrêmement rapides. S'il en est ainsi, l'accroissement d'intensité devra ramener la condition première, c'est-à-dire le tétanos. Et, en effet, on constate qu'un renforcement de l'excitation transforme la contraction initiale en tétanos. Mais il est aussi possible que le phénomène de la secousse de début ait une autre origine d'ordre plus physiologique; qu'elle soit due à une difficulté de la préparation nerveuse à réagir à des oscillations électriques à succession serrée. Pour vérifier cette supposition, j'ai résolu, tout en excitant le nerf par les courants produisant la contraction initiale, de diminuer leur fréquence sans rien changer à leur intensité.

Dans ce but, tandis que l'interrupteur diapason fonctionne de manière constante, j'intercale de temps en temps, dans le circuit secondaire, un trembleur. Celui-ci, dans quelques expériences, fut intercalé dans le circuit court; dans d'autres expériences il produisait lui-même les interruptions du circuit secondaire. Les deux procédés ont donné les mêmes résultats. Il va sans dire que ce trembleur n'apporte, pour sa part, aucune source d'électricité.

En variant, pour le trembleur, la fréquence des oscillations et la durée des contacts, on produit, dans la succession des courants induits arrivant au nerf, des coupures périodiques plus ou moins fréquentes, plus ou moins longues.

On obtient ainsi une tétanisation d'un caractère particulier. Je la désigne par le nom de *tétanisation saccadée*, et le trembleur intercalé dans le circuit secondaire prend le nom de *saccadeur*.

Tant que la tétanisation saccadée vient prendre la place de la tétanisation ordinaire, la contraction initiale donne lieu à un tétanos plus ou moins prononcé. Lorsque l'excitation est subminimale l'intercalation du saccadeur fait apparaître des contractions d'un rythme irrégulier.

---

[1] Présentée dans la séance du 23 décembre 1907.

J'ai obtenu les mêmes résultats en excitant le nerf avec les courants produits par un téléphone fonctionnant sous l'action de tuyaux d'orgue.

Le muscle curarisé réagit aussi plus énergiquement si les courants fréquents lui arrivent en succession saccadée.

Je dois attirer l'attention sur un fait que j'ai observé au cours de ces recherches : c'est que la contraction initiale surgit beaucoup plus facilement si les courants induits de clôture et de rupture ont une intensité égale. Par exemple, sur la grenouille, avec le diapason de 250 v. d., on n'observe guère la contraction initiale si les chocs induits ne sont pas égalisés; mais, s'ils le sont, on obtient bien la contraction initiale déjà même avec le diapason de 100 v. d.

C'est là un fait bien suggestif; il nous ouvre des perspectives intéressantes si nous voulons raisonner sur la manière d'être, sur le sort des courants qui excitent l'appareil physiologique.

OCÉANOGRAPHIE. — *Cartes ostréicoles des côtes de Vendée.* Note de M. **Guérin**.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie deux nouvelles feuilles (7e et 8e) qui sont une contribution personnelle de la Carte générale des gisements de Mollusques comestibles, à la publication de laquelle je collabore avec M. Joubin.

Ce travail montre que, sur les côtes comprises entre l'embouchure de la Loire et la baie de l'Aiguillon, il y a deux régions nettement distinctes au point de vue des productions.

L'une est très riche, c'est celle qui va de la Loire au goulet de Fromentine. L'autre est très pauvre, elle va du goulet de Fromentine à la baie de l'Aiguillon. La côte ne comprend guère que des bancs naturels d'Huîtres, Moules, Mollusques divers, sauf les parcs de la baie de Bourgneuf et des bassins des Sables-d'Olonne.

Les conclusions auxquelles conduit ce travail sont les suivantes :

1° La côte occidentale comprise entre la Loire et la Gironde ne doit sa richesse en Mollusques industriels qu'à la présence des îles, et les parties du littoral qui ne sont pas abritées sont très pauvres en gisements coquilliers.

2° Les gisements de la baie de Bourgneuf ne seront conservés qu'en prescrivant de temps en temps l'interdiction absolue de la pêche combinée avec le nettoyage continu des bancs.

3° L'extension naturelle des Huîtres portugaises vers le nord ne dépasse pas le chenal de Payré, le régime océanique des côtes vendéennes étant contraire à cette extension, favorisant ainsi et protégeant l'Huître indigène contre la portugaise.

4° La production mytilicole de la baie de Bourgneuf est inépuisable et il n'y a pas lieu de la protéger. Au contraire, il y a lieu de prévoir la diminution des bancs huîtriers par l'invasion des moulières qui prennent une incessante extension.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 16 décembre 1907.)

Note de MM. *G.-A. Hemsalech* et *C. de Watteville,* Sur les spectres de flamme obtenus par voie électrique :

Page 1266, ligne 6 en remontant, *au lieu de* bord, *lisez* bore.

FIN DU TOME CENT QUARANTE-CINQUIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1907.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXLV.

A

ASTRONOMIE.

B

BACTÉRIOLOGIE.

BIOLOGIE.

BOTANIQUE.

C

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE BIOLOGIQUE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

CHIMIE PHYSIQUE.

D

E

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

L

M

MÉTÉOROLOGIE.

MINÉRALOGIE.

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

ZOOLOGIE.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

J

K

L

M

N

P

Q

R

S

U

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
40207 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.